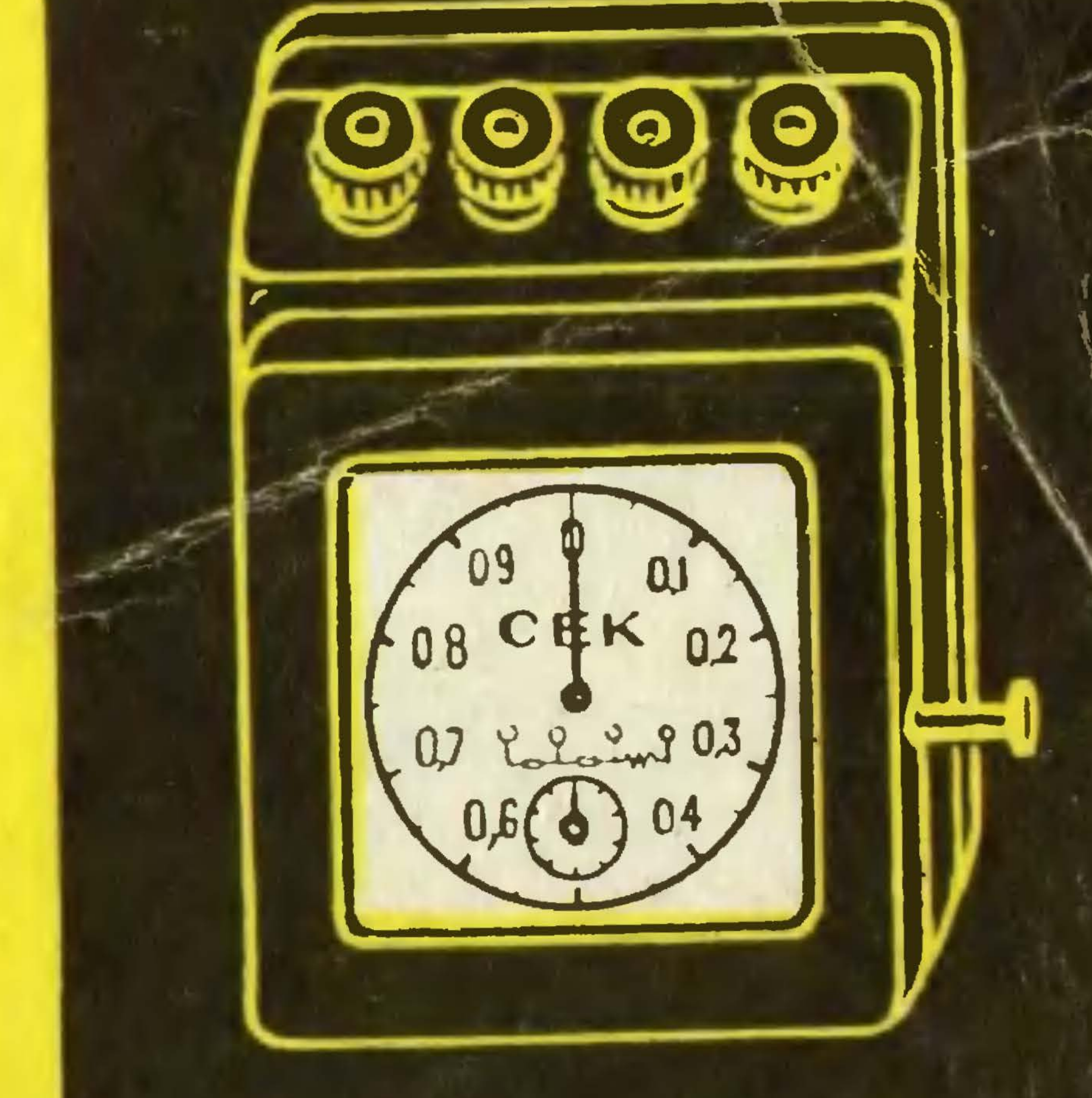
О. Я. Боксер
М. И. Клевцов

РАДИО-ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА для ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА РЕФЛЕКСОВ





ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 512

О. Я. БОКСЕР и М И. КЛЕВЦОВ

РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ВРЕМЕННО́ГО АНАЛИЗА РЕФЛЕКСОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

УДК 621.396.69:612
Б 78

Излагаются принципы устройства и основные элементы радиоэлектронной аппаратуры для временнóго анализа рефлексов. Особое внимание уделено серийным и опытным промышленным приборам этого типа — теле- и радиорефлексометрам. Рассматриваются некоторые новые приемы и возможности исследования упомянутыми приборами.

Книга предназначена для широкого круга читателей, интересующихся рефлексометрией, и прежде всего для подготовленных радиолюбителей, работающих в области применения электроники в биологии и медицине.

Боксер Оскар Яковлевич, Клевцов Михаил Иванович. Радиоэлектронная аппаратура для временнóго анализа рефлексов.
М.—Л., издательство «Энергия», 1964.
64 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 512).
Темплан 1964 г. № 335

Редактор *Р. Р. Васильев* Техн. редактор *Н. И. Борунов*
Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 12/XII 1963 г. Подписано к печати 28/II 1964 г.
Т-00895 Бумага 84×108 1/32 3,28 печ. л. Уч.-изд. л. 4,4
Тираж 39 000 экз. Цена 18 коп. Зак. 651

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати,
Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Успешное решение больших задач, стоящих перед нейрофизиологией, экспериментальной и особенно инженерной психологией, во многом зависит от создания и применения новых радиоэлектронных приборов как для проведения лабораторного эксперимента, так и для обследования практической деятельности человека.

В этой связи книга, написанная О. Я. Боксером и М. И. Клевцовым — авторами советских промышленных рефлексометров, заслуживает самого серьезного внимания.

Высокая точность этих рефлексометров, возможность временнóго анализа разнообразных реакций и их биоэлектрических компонентов делают эти приборы весьма ценными для экспериментальных психофизиологических исследований самого широкого профиля.

Рефлексометры имеют большие перспективы и в области обучения, так как позволяют выявить количественные критерии, обеспечивающие сравнимость результатов на разных этапах обучения.

Большой интерес представляют новые методы и приемы исследования, разработанные авторами книги на основе применения сконструированных ими приборов На наш взгляд, особенно перспективны методы, связанные с определением скрытого периода активного торможения начавшейся реакции, экстренного временнóго анализа биоэлектрического компонента рефлексов, автоматического измерения много- и разноэлементных цепных реакций и др.

Книга может быть полезна радиоспециалистам, интересующимся вопросами рефлексометрии, а также психологам, врачам и биологам, знакомым с основами радиоэлектроники.

В заключение следует подчеркнуть, что книга не только дает конкретный материал по рассмотренным выше вопросам, но, самое главное, будит мысль читателя — инженера, врача, психолога — и это, несомненно, будет способствовать развитию работ в области создания новых радиоэлектронных приборов и методов исследования высших функций организма.

*Действительный член Академии педагогических наук
профессор А. Н. ЛЕОНТЬЕВ*

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Рефлексометрия относится к важиым, быстро развивающимся областям медицины и биологии. Ее методы во многом определяют успехи в изучении условных и безусловиых рефлексов, широко используются нейрофизиологами, психологами, психоневрологами, специалистами промышленной, сельскохозяйствеииой и спортивиой медицины.

Наиболее ответственная и трудная задача рефлексометрии заключается во временно́м анализе рефлексов (двигательных, словесных, дыхательных и др.). Этот анализ, как правило, требует немедлеииой информации о скорости их протекания.

Прогресс рефлексометрии, обогащение и расширение возможностей ее применения в немалой степени зависят от успехов в конструировании соответствующей измерительной аппаратуры — так называемых рефлексометров (хронорефлексометров)..

До недавнего времени эта отрасль медицинской техники значительно отставала от запросов науки и практики, была представлена только инерционными механическими и электромеханическими устройствами.

Достижения современной электроники, радиотелеметрии и кибернетики, опыт, накопленный при конструировании электронно-вычислительной аппаратуры и счетных устройств, применяемых в ядерной физике, — все это создало условия для «технического перевооружения» рефлексометрии и возникновения ее новой отрасли — радиорефлексометрии.

Данная книга знакомит читателя с принципами устройства и основными элементами радиоэлектронной аппаратуры для временно́го анализа рефлексов. Особое внимание уделено серийным и опытным промышленным приборам этого типа: теле- и радиорефлексометрам.

Развитие радиорефлексометрии основывается на достижениях тех областей науки и техники, где идеи и конструкции быстро устаревают. Поэтому авторы отнюдь не претендуют на законченное изложение поднятого вопроса и будут вполне удовлетворены, если их книга послужит стимулом для новых, более эффективных предложений и разработок.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЕФЛЕКСОМЕТРИИ

1. БЕЗУСЛОВНЫЕ И УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ. ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТУРЕ ДЛЯ ИХ ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА

Приспособление живых организмов к внешней среде, связь с бесконечным числом разнообразных внешних и внутренних влияний осуществляется нервной системой, в основе деятельности которой лежат рефлексы.

Рефлексы — это реакции организма, наступающие в ответ на раздражение нервных окончаний (рецепторов) и происходящие при обязательном участии центральной нервной системы. При этом у здорового человека в нормальном состоянии все рефлексы протекают под контролем ее высшего отдела — коры головного мозга.

Общая характеристика рефлекторной деятельности, по И. П. Павлову, заключается в следующем. На тот или другой рецепторный нервный прибор воздействует тот или другой раздражитель внешнего или внутреннего мира организма. Полученное раздражение трансформируется в нервный процесс, в явление нервного возбуждения. Возбуждение по нервным волокнам, как по проводам, передается в центральную нервную систему и оттуда благодаря установленным связям уже по другим волокнам передается к рабочему органу, трансформируясь в свою очередь в специфический процесс клеток этого органа.

По своему характеру и сложности рефлексы крайне разнообразны: отдергивание руки при внезапном воздействии электрического тока, движение в ответ на словесный или другой, заранее условленный сигнал (например, в ответ на выстрел стартового пистолета), вздрагивание и задержка дыхания при неожиданном звуковом сигнале, экстренное воздействие на движущуюся цель (реакции волейболиста, охотника и т. п.), словесная реакция на словесный или письменный сигнал (например, при переводе иностранного слова) и т п

Различают безусловные и условные рефлексы. Безусловные рефлексы — врожденные, наследственные и относительно постоянны. Условные рефлексы образуются в течение индивидуальной жизни, при обязательном и ведущем участии коры головного мозга. Они характеризуются временной связью внешнего (внутреннего) раздражителя с ответной на него деятельностью организма

И. П. Павлов и его ученики доказали, что всякий, ранее нейтральный внешний или внутренний раздражитель, если он некоторое число раз совпадает по времени с действием безусловного раздражителя, начинает вызывать соответствующую реакцию организма и тем самым сигнализировать о предстоящем воздействии безусловного раздражителя. Это уравновешивает организм, так как позволяет ему в необходимых случаях реагировать заранее на постоянно изменяющиеся условия среды.

Условные связи в отличие от безусловных чрезвычайно подвижны, пластичны. Они связывают человека с внешним миром не только путем о б р а з о в а н и я временных связей, но и путем т о р м о ж е н и я тех из них, которые в данных конкретных условиях потеряли свое сигнальное, приспособительное значение.

Учение И. П. Павлова об условных рефлексах (о высшей нервной деятельности) оказало и продолжает оказывать огромное влияние на развитие медицины, психологии, педагогики, кибернетики, бионики и ряда других отраслей знаний.

В работе коры головного мозга человека участвуют две сигнальные системы: первая и вторая.

Первая сигнальная система свойственна как животному, так и человеку. Она связывает организм с окружающей средой через н е п о с р е д с т в е н н ы е ощущения и восприятия. Иными словами, первую сигнальную систему действительности составляют временные связи, в которых сигналами служат н е п о с р е д с т в е н н ы е воздействия предметов и явлений на наши органы чувств (зрительный, слуховой, кожный, обонятельный и другие рецепторы).

В отличие от животного человек наряду с первой сигнальной системой имеет и вторую сигнальную систему действительности. Ее составляют временные связи, в которых сигналами служат слова (а также цифры, ноты и т. п., слышимые или прочитанные), с помощью которых человек обозначает предметы и явления.

И. П. Павлов писал: «В развивающемся животном мире на фазе человека произошла чрезвычайная прибавка к механизмам нервной деятельности. Для животного действительность сигнализируется почти исключительно только раздражениями и следами их в больших полушариях, н е п о с р е д с т в е н н о приходящими в специальные клетки зрительных, слуховых и других рецепторов организма. Это то, что мы имеем в себе как впечатления, ощущения и представления от окружающей внешней среды как общеприродной, так и нашей специальной, исключая слово, слышимое и видимое. Это первая сигнальная система действительности, общая у нас с животными. Но слово составило вторую, специально нашу, сигнальную систему действительности, будучи сигналом первых сигналов»[1].

У человека первая сигнальная система находится в неразрывной органической связи со второй. Нельзя изучать его высшую нервную деятельность, не анализируя взаимодействие обеих сигнальных систем. Этим должны руководствоваться не только медики и биологи, занимающиеся рефлексометрией, но и инженеры, стремящиеся сконструировать рефлексометр, отвечающий требованиям современной нейрофизиологии.

[1] И. П. П а в л о в, Условный рефлекс, Полное собрание сочинений, т. III, кн. 2, 1951, стр. 335—336.

При изучении рефлексов сталкиваются с двумя типами сигналов непосредственными (Н) и словесными (С)[1]

Реакции тоже делятся на два типа, имеющих аналогичное наименование и обозначаемых теми же символами (Н и С) К непосредственным реакциям относятся все несловесные (двигательные, дыхательные, сосудистые и др)

Схематично все виды условных связей, образуемых у человека, принято делить на четыре основные группы

1 Связи типа Н—Н (непосредственный сигнал — непосредственная реакция)

2 Связи типа Н—С (непосредственный сигнал — словесная реакция)

3 Связи типа С—Н (словесный сигнал — непосредственная реакция)

4 Связи типа С—С (словесный сигнал — словесная реакция)

На более сложных (производных) сочетаниях мы не останавливаемся Следует лишь подчеркнуть, что условная реакция может вырабатываться на начало или конец сигнала С другой стороны, при временном анализе рефлекса (например, при измерении его скрытого периода) в качестве конца измеряемого интервала можно регистрировать начало или конец реакции Поэтому в необходимых случаях к основным символам, обозначаемым большой буквой, добавляются маленькие буквы н (начало) или к (конец) В частности, обозначение типа Ск—Сн отражает условную связь, где сигнал представляет собой конец слова (фразы) и где изучается интервал времени между предъявлением этого сигнала экспериментатором и началом словесной реакции испытуемого (пример сигнал «девятью шесть»— реакция «пятьдесят четыре»)

Мы останавливаемся на этих деталях, так как некоторые важные особенности схемы и конструкции современных промышленных радиорефлексометров были продиктованы необходимостью анализа перечисленных условных связей, а пользование символами в дальнейшем упростит изложение соответствующих разделов книги

К числу важнейших характеристик рефлекса относится время его протекания, особенно так называемый скрытый (латентный) период (интервал между началом действия сигнала и началом реакции) и длительность видимого (слышимого) проявления рефлекса (некоторыми авторами обозначается как «открытый» период)

Специалисты по рефлексометрии уже давно пришли к выводу, что скрытый период многих важнейших рефлексов, особенно двигательных, словесных и дыхательных, следует измерять с точностью до одной миллисекунды[2] Подобная точность измерения диктуется небольшой величиной скрытых периодов соответствующих реакций Например, скрытые периоды порядка 0,05—0,09 *сек* часто встречаются при исследовании безусловных двигательных и дыхательных рефлексов; двигательных реакций (особенно на движущийся раздражитель), обусловленных предварительной инструкцией; дыха-

[1] Не следует смешивать термин «словесный речевой сигнал», применяемый в литературе по нейрофизиологии и психологии, с аналогичным термином, применяемым в литературе по технике связи и определяемым как электрический процесс, получающийся на выходе микрофона

[2] При исследовании словесных реакций такая точность желательна при исследовании связей типа Н—С и С—Н, особенно если учитывается двигательный или биопотенциальный компонент этих реакций При исследовании связей типа Ск—Сн достаточна значительно меньшая точность.

тельного компонента двигательных реакций, интервалов между элементами некоторых цепных реакций (например, профессиональных движений пианиста и др)

Особенно серьезные доводы в пользу необходимости измерения рефлексов в миллисекундах получены в последние годы Оказалось, что для многих ответственных научных и практических выводов наибольшее значение имеет не абсолютная величина временной характеристики рефлекса (например, скрытого периода), а разность между характеристиками двух последовательно или одновременно протекающих рефлексов Точный учет этой разницы, исчисляемый несколькими миллисекундами, позволяет делать заключения о влиянии тех или иных факторов на организм и даже уточнять некоторые сложные диагнозы Например, сотрудники Московского института нейрохирургии им Н Н Бурденко А С Арутюнова и С М Бликов (1954) установили четкую разницу (в несколько миллисекунд) между скрытыми периодами реакций правой и левой рук в случае развития поражения (опухоли) в одном из полушарий головного мозга

Хронорефлексометры, рефлексометры — приборы для временных и других измерений рефлексов — состоят из соединенных между собой каналом связи пультов для экспериментатора и испытуемого, снабженных времяизмерительным устройством, включаемым при подаче того или иного сигнала экспериментатором и выключаемым при воздействии испытуемого на соответствующий исследуемой реакции датчик Кроме того, многие рефлексометры позволяют измерять и величину реакции, например амплитуду движения реагирующей конечности или интенсивность нажима на датчик

Какие же основные медико технические требования следует предъявлять к современному рефлексометру?

Желательно, чтобы рефлексометр был рассчитан на следующие многосторонние возможности

1 Автоматическое исследование четырех основных типов условных связей (Н — Н, Н — С, С — Н, С — С), отражающих взаимодействие обеих сигнальных систем В частности, возможность включения времяизмерительного устройства не только началом, но и концом того или иного сигнала, особенно словесного

2 Измерение временных параметров рефлекса с точностью до 1 *мсек* Для полной гарантии такой точности было бы желательно, чтобы времяизмерительное устройство выдавало показания в десятитысячных долях секунды

3 Измерение различных видов реакции (как минимум двигательных, словесных и дыхательных)

4 Исследование в условиях не только проводной, но и радиосвязи между экспериментатором и объектом исследования (в том числе при большом и меняющемся расстоянии между ними)

5 Временной анализ биоэлектрического компонента реакции, например измерения скрытого периода и продолжительности усиления биотоков мышц, принимающих участие в реакции

6 Исследование цепных (многоэлементных) двигательных реакций

7 Измерение величины не только непосредственных, но и словесных реакций (звуковое давление, звуковая интенсивность и т п).

8. Измерение скрытого периода непосредственной и словесной реакций, например возможность автоматического включения времяизмерительного устройства началом слова, а остановки — концом слова (обозначается как вариант Сн — к).

9. Анализ скорости реакций.

10. Безынерционное подключение дополнительных времяизмерительных устройств.

11. Безынерционное подключение самых различных источников сигнала и датчиков реакции (в том числе фотоэлектрических, детекторов радиоактивных излучений и др.), получение возможно более широкого круга методик и приемов рефлексометрии.

12. Бесшумность работы времяизмерительного устройства.

13. Экономичность, портативность, надежность, простота управления.

Конкретные условия экспериментов с помощью рефлексометра при измерении скрытого периода рефлексов должны сводиться примерно к следующему. Согласно задачам опыта экспериментатор подает испытуемому тот или иной сигнал (световой, звуковой, тепловой, словесный или раздражение электрическим током). Одновременно с началом (или концом) сигнала автоматически включается времяизмерительное устройство. Испытуемый, восприняв сигнал, реагирует на него в зависимости от характера и условий опыта тем или иным движением, словом, выдохом или другими реакциями. При возникновении реакции или ее биоэлектрического компонента времяизмерительное устройство автоматически останавливается. Тем самым измеряется скрытый период реакции или ее биоэлектрическая компонента.

2. КРАТКИЙ ОБЗОР ХРОНОРЕФЛЕКСОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ. ПРИНЦИПЫ УСТРОЙСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ

Приборы для временно́го анализа рефлексов до разработки теле- и радиорефлексометров были, как правило, рассчитаны только для исследования связей типа Н — Н и лишь применительно к двигательным реакциям. Это позволяло использовать в качестве готового хронорефлексометра любой измеритель времени, особенно включаемый замыканием и выключаемый размыканием электрической цепи.

Конечно, определялись временны́е характеристики и других непосредственных реакций (например, дыхательных), а также условных связей типа Н — С, С — Н и С — С. В этом направлении уже давно велись и ведутся плодотворные исследования. Но в течение длительного периода техническое оснащение соответствующих работ нельзя было признать удовлетворительным. Например, для временно́го анализа словесных и дыхательных реакций применялись обычные секундомеры или записи с помощью лентопротяжных механизмов.

Как известно, секундомер, стрелки которого приводятся в движение часовой пружиной, позволяет измерять интервалы времени между моментами включения и выключения с точностью до 0,1 *сек.*

Стрелочный электромеханический секундомер с вращающимися частями, приводимыми в движение каким-либо электродвижущим элементом, позволяет в зависимости от конструкции производить отсчет времени с точностью до 0,05—0,01 *сек.* Для определенных интервалов времени, длящихся тысячные и меньшие доли секунды, движущиеся части электросекундомера обладают слишком большой инерцией, так как они запускаются и останавливаются в процессе самих измерений.

Основным времяизмерительным прибором в физиологии и экспериментальной психологии долгое время был электромеханический хроноскоп (Гипа, а впоследствии Шульце)

Этот громоздкий прибор позволяет измерять интервалы времени между двумя последовательными воздействиями на электроконтакты с точностью до 2 *мсек.*

Получение такой точности для электромеханического прибора стало возможным прежде всего потому, что ведущая вращающаяся деталь хроноскопа приводится в движение до начала измерений. Хроноскоп работает весьма нестабильно и нуждается в частых проверках.

В соединении со специальным, довольно сложным прибором Ремера хроноскоп измеряет скрытый период речевой (голосовой) реакции. При этом в зависимости от задач эксперимента хроноскоп можно остановить или включить началом слова. Включить или выключить хроноскоп с помощью прибора Ремера концом слова, что необходимо для многих важных исследований, нельзя.

Характерно, что за последние 40 лет не опубликовано ни одной отечественной работы по исследованию словесных реакций, в которой использовался бы прибор Ремера.

В значительной степени потеряли практическое значение для рефлексометрии механические приспособления, рабочая часть которых перемещается под действием силы тяжести по линейной или круговой траектории. Подобные устройства снабжены тормозом, который под воздействием реакции объекта останавливает движущийся элемент. Возможности подобных рефлексометров весьма ограничены, а точность отсчета и диапазон измеряемого промежутка времени недостаточны.

Не отвечают современным требованиям рефлексометрии электрохимический (цветовой) и электроискровой методы регистрации микроинтервалов времени, а также установки, связанные с применением электрокамертонных отметчиков, нейробиметров и некоторых других приборов, долгое время применявшихся при исследовании в области экспериментальной психологии.

Большое распространение в качестве простейших хронорефлексометров и времяизмерительных устройств более сложных рефлексометрических установок получили портативные электромеханические секундомеры (Л. И. Котляревский, 1936; К. К. Платонов и Е. А. Карпов, 1948; Ю. А. Поворинский, 1954, и др.).

В конце 40-х годов промышленность наладила выпуск электросекундомеров конструкции ЦЛЭМ Мосэнерго (рис. 1), основным движущимся элементом которых служит мотор Уорреиа.

Почти одновременно было организовано массовое производство электросекундомеров ПВ-52 и ПВ-53Л. Несмотря на явно недостаточную точность для многих рефлексометрических исследований, эти секундомеры и особенно ПВ-53Л (рис. 2) благодаря своей доступности, надежности, простоте пользования и малой стоимости получили и до сих пор имеют наибольшее распространение.

Оригинальный электромеханический хронорефлексометр с применением мотора Уоррена (рис 3) был разработан С И Горшковым и К Н Куликовым (1960) Сигнал импульсного характера подается при прохождении стрелкой, насаженной на ось мотора, «нулевого» деления на шкале прибора, когда при своем непрерывном вращении стрелка замыкает контакт подачи раздражителя.

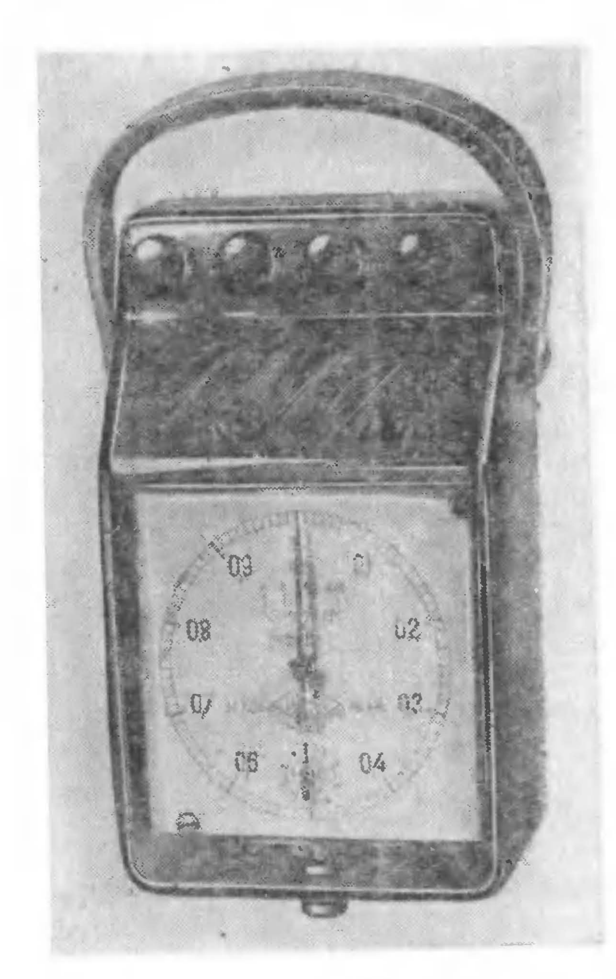


Рис. 1. Электросекундомер ЦЛЭМ.

Двигатель резко затормаживается мощным импульсом постоянного тока, который образуется благодаря разряду высоковольтного конденсатора большой емкости через строббагрон в момент воздействия реакции на датчик. Этот же импульс, проходя по обмотке электромагнитного реле, заставляет его сработать и отключить двигатель от источника питания.

Для создания светового импульса применяется в качестве раздражителя стробoтрон.

Недостаток конструкции заключается в наличии двух стробoтронов и вспомогательных элементов, необходимых для их работы, что значительно усложняет и удорожает прибор

Дальнейшим развитием хронорефлексометров этого рода, удобных для экспресс-методов рефлексометрии в условиях производства, представляет собой электромеханический хронорефлексометр «Спутник» (рис 4) конструкции С Н Кузнецова (1962) В этом приборе время измеряется также по углу поворота гистерезисного электродвигателя СД-60 Прибор отличается оригинальным и простым способом торможения электродвигателя Для этой цели в обмотку ротора подается постоянный ток от выпрямителя, равный или несколько превышающий по величине максимальное значение переменного тока, питающего электродвигатель В качестве импульсного светового раздражителя применяется миниатюрная лампочка накаливания МН-13 (3,5 *в*; 0,28 *а*), которая подключается к источнику напряжением 6,3 *в* на время не более 0,01 *сек* (специальным контактом, укрепленным на оси указателя отсчета шкалы) Накаливание нити лампы до полной яркости обеспечивается за время не более 1 *мсек* При работе в указанном режиме нить лампы выдерживает 25 000—30 000 вспышек.

Наряду с простотой конструкции хронорефлексометр «Спутник» отличается большой надежностью в работе.

Приборы Горшкова, Куликова и Кузнецова рассчитаны также на подачу импульсного звукового и электрокожного раздражителей

Представляет интерес оригинальный астрономический электросекундомер «Печатающий хронограф» (применен для рефлексометрии Л. Г Ворониным и Е Н Соколовым, 1958) Этим хронографом время измеряется с помощью трех дисков, приводимых в движение синхронным двигателем и непрерывно вращающихся с постоянной скоростью: дисков минут, секунд и сотых долей секунды На дисках нанесены цифры, которые при поступлении импульсов тока отпечатываются на узкой бумажной ленте.

Рис. 2. Электросекундомер ПВ-53Л.

Из числа любительских электромеханических рефлексометров примечателен «Микрофонный хронометр» И М. Тонконогова (1954). Этот рефлексометр позволяет определять скрытый период словесной реакции на непосредственный раздражитель и двигательной реакции на словесный. Разработанный позже телехронорефлексометров и значительно уступающий им по своим возможностям микрофонный хронометр не получил распространения.

Наиболее эффективным и практически удобным для точных измерений микроинтервалов времени оказался путь, связанный с отказом от электромеханических устройств и переходом к электронным миллисекундомерам

К этой группе приборов в известной степени относятся миллисекундомеры, работающие на принципе накопления электрического заряда, например отечественный электронный миллисекундомер ЭМС-54 (рис. 5), в течение ряда лет выпускаемый серийно и получивший значительное распространение

На принципе накопления заряда основан выпускавшийся экспериментальными мастерскими ГИДУВ рефлектометр РФ1-55, а также ряд непромышленных и любительских рефлексометров, из которых некоторые лишь кратко упомянуты в литературе и, видимо, изготовлены их авторами в единичных экземплярах Сюда, например, относятся «Многоканальный хронорефлексометр» С А Полторака (1960), «Батарейный хронорефлексометр» С И. Горшкова и К. Н. Куликова (1960) и «Дифференциальный интегратор» Н. И. Лосева и В. Е. Миклашевского (1961).

Рефлектометр РФ1-55 представляет собой миллисекундомер и генератор прямоугольных импульсов, совмещенные в одном корпусе. Миллисекундомер принципиально аналогичен прибору ЭМС-54.

«Многоканальный хронорефлексометр» предназначен для измерения скрытого периода двигательных реакций одновременно у нескольких испытуемых Прибор содержит несколько идентичных каналов, поочередно обслуживаемых одним электронным вольтметром (для замера величин напряжений, до которых зарядились конден-

Рис 3 Электромеханический хронорефлексометр Горшкова — Куликова

саторы) Узкий диапазон измерений (400 *мсек*) не соответствует требованиям многих методик исследования

«Батарейный хронорефлексометр» Горшкова и Куликова разработан для изучения двигательных реакций в полевых условиях

В основе принципа работы «Дифференциального интегратора» Лосева и Миклашевского лежит линейное преобразование двигательной функции в переменное напряжение с последующим интегрированием его во времени

К числу недостатков приборов, работа которых основана на принципе накопления электрического заряда, следует отнести довольно большую погрешность измерения Например, в приборе ЭМС 54 эта погрешность равна примерно 5% от номинального значения шкалы

Наиболее современные высокоточные времяизмерительные устройства, получившие развитие в связи с потребностью дисциплин, изучающих космические излучения и явления в атомном ядре,

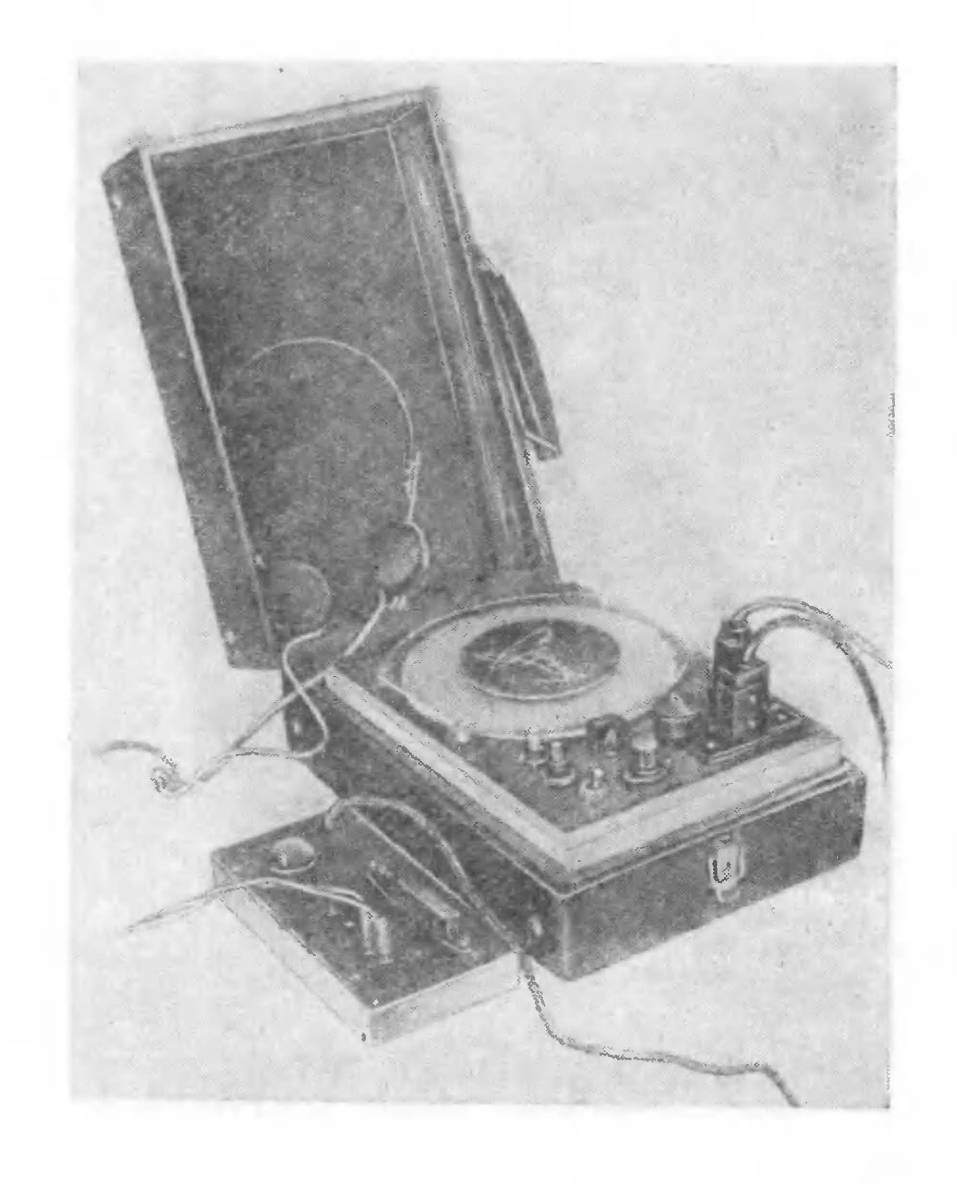


Рис 4 Электромеханический хронорефлексометр «Спутник»

основаны на применении пересчетных схем Поэтому уже в 40-х годах было опубликовано несколько работ, сообщающих об использовании модифицированных пересчетных приборов в качестве хронорефлексометров

В П Годин и С И Горшков (1958) в основу своего «Электронного хронорефлексометра» положили пересчетную схему ПС-64, представляющую собой составную часть радиометрических установок Б 1 и Б 2, предназначенных для исследования радиоактив-

ных веществ В приборе не была предусмотрена кварцевая стабилизация частоты генератора, от которой во многом зависит точность измерения времени Двоичная система отсчета, характерная для схемы ПС 64, менее удобна для рефлексометрии, чем десятичная

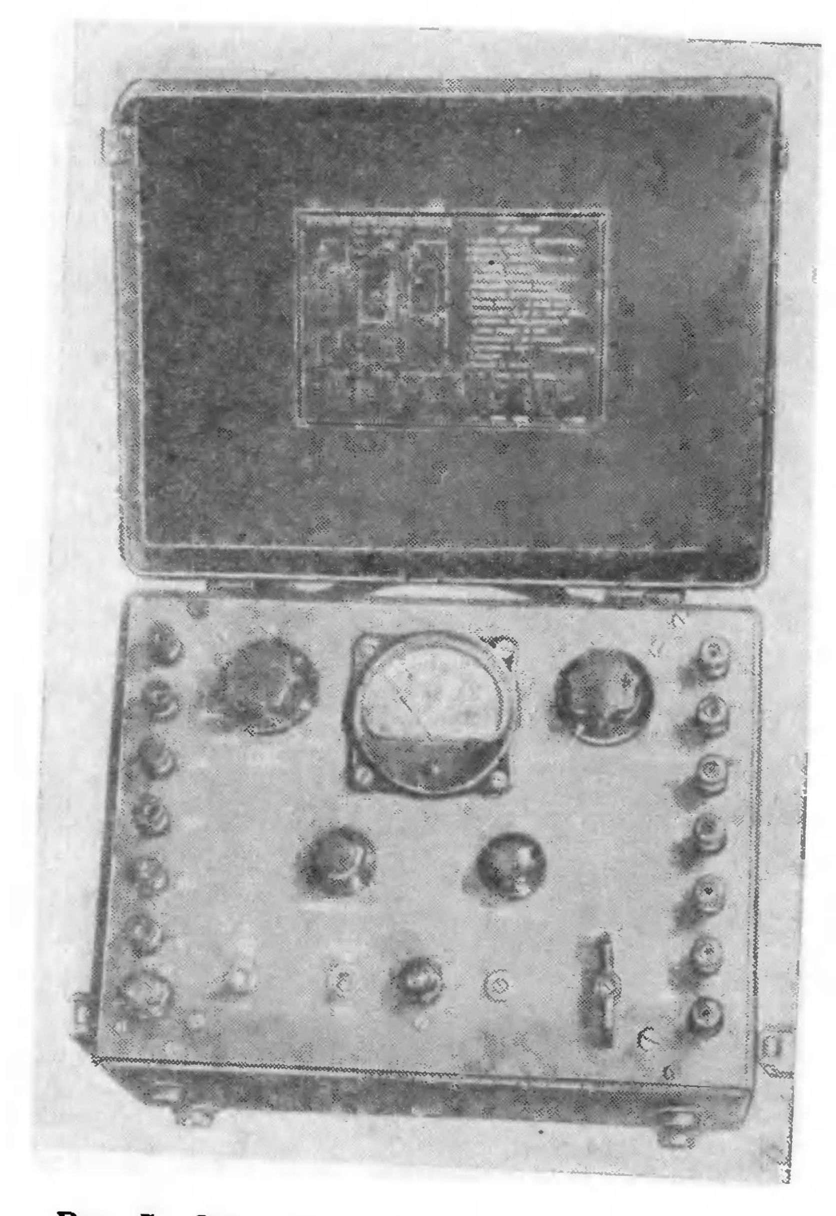


Рис 5 Электронный миллисекундомер ЭМС-54.

Значительно более точными и перспективными для рассматриваемых целей оказались промышленные пересчетные приборы, выполненные на газоразрядных лампах с холодным катодом (МСК-2 конструкции Л Н Кораблева) и на декатронах (МС-1, ПС-20, ПС-100, ЭС-1 и др) Эти пересчетные приборы были использованы авторами при комплектовании телехронорефлексометров, а некоторые схемы в модифицированном виде положены в основу счетных устройств радиорефлексометров

Значительно меньшими возможностями, чем перечисленные пересчетные приборы, располагает «Реакциометр», разработанный экспериментальными мастерскими Ленинградского психоневрологического института им В М Бехтерева Несмотря на применение пересчетной схемы, собранной на декатронах, «Реакциометр» рассчитан на измерение с точностью до сотых долей секунды

Для рефлексометрической техники США, Англии и некоторых других высокоразвитых капиталистических стран характерны времяизмерительные устройства, основанные на применении пересчетной схемы

Например, в электронных хроноскопах системы «Синема телевижн» и «Рекол Энжиниринг» источником опорного сигнала служит кварцевый генератор со стабильностью 10^{-6}, питающий через электронный ключ пересчетную схему, состоящую из шести декад Деление счетчика соответствует 1 *мксек* при погрешности 1 *мксек* Диапазон измерений достаточно широкий

В электронных хроноскопах фирм Плесси и Лабгир применены декатронные измерители времени Для их управления используются пусковые и запирающие сигналы, получаемые от различных датчиков, в том числе от фотоэлектрических и магнитных

Следует еще раз подчеркнуть, что почти все перечисленные рефлексометры, и в том числе зарубежные электронные хроноскопы, рассчитаны лишь иа измерение скрытого периода двигательной реакции при исследовании связей типа Н — Н

Часть из них иичем или мало чем отличается от электромеханических или электронных измерителей времени, взятых в отдельности У некоторых рефлексометров времяизмерительное устройство и блок источников непосредственных раздражителей объединены в одном корпусе, поэтому они, на наш взгляд, не заслуживают одобрения (во всяком случае по отношению к световым и звуковым раздражителям) Большинство методик требует множества самых различных раздражителей с меняющимися характеристиками и интервалами их предъявления, а также изоляции испытуемого от рефлексометра Возрастает значение приставок, обеспечивающих подачу раздражителей по заданной программе (М И Клевцов, 1961, С Н Кузнецов, 1962 и др)

В связи с этим гораздо целесообразнее иметь на рефлексометре соответствующие гнезда для безынерционного подключения выносных блоков любых раздражителей (необходимых для данной конкретной работы).

Хотя ни один из рассмотренных хронорефлексометров не отвечает тому комплексу требований, которые были сформулированы в предыдущей главе, многие из этих приборов содержат элементы новизны и представляют несомненную ценность в границах определенных рефлексометрических методик, в частности для так называемых «экспресс-методов» рефлексометрии

Серьезная попытка реализовать перечисленные требования была предпринята при конструировании теле- и радиорефлексометров — первых отечественных серийных промышленных рефлексометров

Первоначально телехронорефлексометры разрабатывались в связи с потребностью радиотелеметрических исследований рефлексов у человека в полете

Первая радиотелеметрическая установка для исследования скрытого периода двигательной и словесной реакции у человека в полете была разработана О. Я. Боксером, В. П Шитовым и Э. Б. Элькиным (1948). В основных узлах установки были широко использованы электромеханические реле, что ограничивало ее возможности, в частности точность реакции.

В 50-х годах на основе современных промышленных счетных устройств были созданы приборы, обеспечивающие большинство известных хронорефлексометрических методик, а также ряд новых

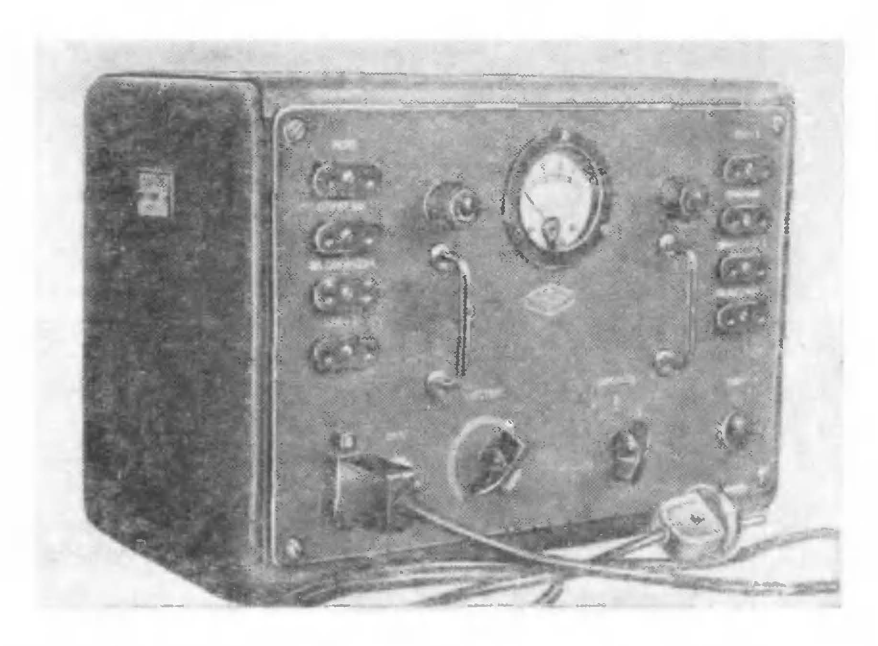


Рис 6 Телехронорефлексометр ТХР-56.

приемов и возможностей в условиях проводной и радиосвязи между экспериментатором и объектом исследования. Сюда прежде всего относятся такие приборы, как телехронорефлексометры ТХР-56 (рис. 6) и ТХР-56С, сконструированные О. Я. Боксером в соавторстве с П. Н. Карпенко (1951), П. И. Румянцевым (1954) и Ф К. Гертманом (1956).

Прибор ТХР-56 был внедрен в серийное промышленное производство, а затем подвергся некоторой модернизации и до настоящего времени выпускается промышленностью под маркой ТХР-56М.

Прибор ТХР-56С, имея некоторые прогрессивные особенности принципиальной схемы (применение триггера в качестве основного элемента), не был полностью доработан для варианта связи С→С, что не позволило ему в 1956 г. выйти за пределы опытной промышленной партии Впоследствии (1961) прибор был существенно модернизирован (ТХР-56 С-2).

Авторы телехронорефлексометров не могли не считаться с тем, что в первой половине 50-х годов отечественными электросекундомерами, выпускаемыми в большом количестве и потому доступными, были ПВ-52 и ПВ-53Л. Поэтому при подготовке телехронорефлексометра к серийному производству пришлось ограничиться их укомплектованием этими инерционными счетными устройствами (в отдельных случаях придавался секундомер ЭМС-54). Однако с самого

начала в схеме промышленных телехронорефлексометров были резервированы возможности безынерционного подключения пересчетных приборов. Как только промышленность освоила серийный выпуск высокоточных электронных измерителей времени и пересчетных приборов, авторы настоящей книги совместно с Ф. К. Гертманом путем несложной модернизации телехронорефлексометров осуществили безынерционное подключение к ним упомянутых промышленных устройств (на переднюю панель выведены специальные переключатели и гнезда). Возможность работы с электросекундомером ПВ-53Л оставлена, так как для некоторых научно-практических методик исследования, например для временнóго анализа типа С—С, точность этого прибора достаточна.

В период 1956—1959 гг авторами книги был разработан более универсальный рефлексометр с точным электронным времяизмерительным устройством. Прибор был назван радиорефлексометром. Счетное устройство его представляет собой пересчетную схему, в основу которой положена схема промышленного миллисекундомера МКС-2, усовершенствованная введением кварцевой стабилизации частоты задающего генератора Прибор внедрен в серийное производство под маркой РРМ-59, а после модернизации — под маркой РРМ-59М и наряду с менее разносторонним, но более портативным прибором ТХР-56М выпускается промышленностью до настоящего времени.

Дальнейшее развитие приборов этого типа представляет собой радиорефлексометр РРМ-62 (электромиорефлексометр), обладающий возможностью временнóго анализа не только непосредственных и словесных реакций, но и их биоэлектрических компонентов

В радиорефлексометрах РРМ-59М (последняя модель) и РРМ-62 предусмотрена возможность подключения прибора МС-1, модифицированных приборов ПС-20, ПС-100 и др.

Наконец, теми же авторами создан радиорефлексометр РРМ-Ц с еще более разносторонними возможностями. Он рассчитан на автоматическое исследование одноэлементных, многоэлементных и цепных рефлексов (двигательных, словесных, дыхательных, словесно-двигательных и других комбинированных реакций). Этот двухканальный прибор объединяет в одном корпусе два взаимодействующих времяизмерительных устройства, выполненных с применением декатронов (на основе пересчетной схемы ПС-20).

Коснемся целесообразности использования осциллографов для отсчета коротких интервалов времени при рефлексометрии.

Многоканальные шлейфовые и самопишущие осциллографы находят все большее применение при исследовании рефлексов. Весьма перспективны современные осциллографические методы анализа механограмм (М. А. Алексеев, М С Залкинд, А. С. Шаров, 1960 и др). Однако вряд ли целесообразно рекомендовать эти приборы для точных с е р и й н ы х измерений времени при рефлексометрии (с точностью до 0,01 *сек* и выше). Необходимое для этого быстрое продвижение осциллографической ленты деформирует механограмму, плетизмограмму, а также некоторые другие важные параметры. Затрудняется необходимая для рефлексометрии быстрота восприятия экспериментатором результатов регистрации в процессе ведения опыта. Исключается конструирование портативной рефлексо-

метрической аппаратуры, Применение самопишущих осциллографов (без предварительной магнитной записи) не дает требуемой точности

Поэтому при рефлексометрии более выгодно проводить «параллельную» регистрацию: короткие интервалы времени (скрытый период реакции и др.) определять с помощью показывающего прибора возможно более высокой точности, а механограммы, плетизмограммы, электромиограммы и т. п. записывать посредством шлейфового или самопишущего осциллографа, лентопротяжный механизм которого движется с относительно умеренной скоростью.

Все сказанное не распространяется на электронно-лучевые осциллографы (особенно со ждущей разверткой), позволяющие с высокой точностью отсчитывать микроинтервалы времени, а так же изучать самые различные компоненты той или иной реакции Полезная инициатива в этом направлении уже проявлена (С И Завязкин, Л. И. Дмитриев, Д. Н. Крылов, 1960; И. П. Ратов, М. Л. Мирский, 1962 и др.).

Однако применение электронных осциллографов для временно́го анализа рефлексов пока тормозится из-за отсутствия широкоэкранных электронных осциллографов, что, несмотря на применение строчной или спиральной разверток изображения, затрудняет точное измерение тех интервалов времени, с которыми чаще всего сталкиваются при рефлексометрии.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ВРЕМЕННО́ГО АНАЛИЗА РЕФЛЕКСОВ

3. ВРЕМЯИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

В настоящем разделе мы коснемся времяизмерительных устройств (ВИУ), в основу которых положен электромеханический принцип и принцип накопления заряда. Значительно подробнее рассмотрим элементы наиболее современных электронных ВИУ, работа которых основана на подсчете числа стабильных во времени электрических колебаний (импульсов).

Известное внимание к электромеханическим устройствам (типа ПВ-53Л и т. п.) при описании рефлексометрической радиоизмерительной аппаратуры оправдано тем, что промышленные телехронорефлексометры еще комплектуются ими, хотя, как уже упоминалось, последние модели приборов ТХР-56М и ТХР-56С2 уже рассчитаны на работу с современными электронными миллисекундомерами (МСК-2 и др.).

Следует также остановиться на анализе точности прибора ПВ-53Л и аналогичных ему измерителей времени, которую, как правило, в несколько раз преувеличивают.

К основным частям ВИУ этого типа относятся электромагнит, якорь (вибратор), вилка, косозубое колесо и две стрелки. В качестве основного рабочего элемента применено поляризованное реле. При прохождении переменного тока по обмотке электромагнита реле якорь колеблется между его полюсами с частотой питающей сети и передает это движение с помощью оси на вилку. Колебательное движение вилки приводит во вращение косозубое колесо, имеющее 50 зубьев, вместе с укрепленной на его оси большой стрелкой. При каждом ударе вилки о колесо оно поворачивается на ползуба, т. е. на 1/100 часть оборота. Таким образом, при частоте промышленной сети 50 *гц* полный оборот колеса совершается за 1 *сек.* При этом большая стрелка отсчитывает доли секунды.

На оси большой стрелки насажен триб, который передает вращение на шестерню оси малой стрелки с передаточным числом 10 : 1. За один оборот большой стрелки малая стрелка поворачивается на 1/10 часть оборота.

Циферблат секундомера содержит одну шкалу для большой стрелки, а другую — для малой. Шкала большой стрелки (основная) отградуирована в десятых и сотых долях секунды, а шкала малой стрелки имеет 10 делений, каждое из которых соответствует 1 *сек.*

Для включения в схему предусмотрены четыре ввода, один из которых общий, а три остальных служат для подключения к сети напряжением 220, 110 или 30 *в.*

Погрешность измерения времени в зависимости от его продолжительности при частоте питающей сети 50 *гц* равна 0,03—0,05 *сек.* При отклонении частоты сети от номинальной погрешность измерения времени составит:

$$\Delta t = (0{,}03 - 0{,}05) \pm t\left(1 - \frac{50}{f_{и}}\right), \text{ сек},$$

где t — показание секундомера, *сек;*

$f_{и}$ — частота сети, при которой производилось измерение, *гц.*

Многие исследователи, работающие с подобными электросекундомерами, при анализе и статистической обработке полученных данных не учитывают этой погрешности и считают, что измерение интервалов времени производится с точностью до 0,01 *сек*, принимая за величину погрешности цену деления основной шкалы.

Принцип действия ВИУ с накопителем заряда состоит в следующем. Конденсатор определенной емкости в течение измеряемого промежутка времени заряжается от нуля до некоторого значения напряжения. Если величину зарядного тока поддерживать постоянной, то напряжение в конце заряда будет прямо пропорционально измеряемому промежутку времени, т. е.

$$U = \frac{It}{C} = kt,$$

где U — напряжение на конденсаторе в конце заряда;

I — ток заряда;

C — емкость конденсатора;

k — коэффициент пропорциональности;

t — измеряемый промежуток времени.

Напряжение на конденсаторе измеряют вольтметром, шкала которого проградуирована в единицах времени. Входное сопротив-

ление вольтметра должно быть большим, с тем чтобы не разрядить конденсатор при замере на нем напряжения. Для этих целей лучше всего пользоваться электронными вольтметрами.

В некоторых случаях (А. Любенецкий, 1959) напряжение на конденсаторе не измеряют, а сравнивают с калибровочным напряжением, снимаемым с градуированного в единицах времени потенциометра. В качестве индикатора сравнения применяют оптический индикатор 6Е5С, на электроды которого подают сравниваемые напряжения.

Упрощенная схема ВИУ накопительного типа изображена на рис 7

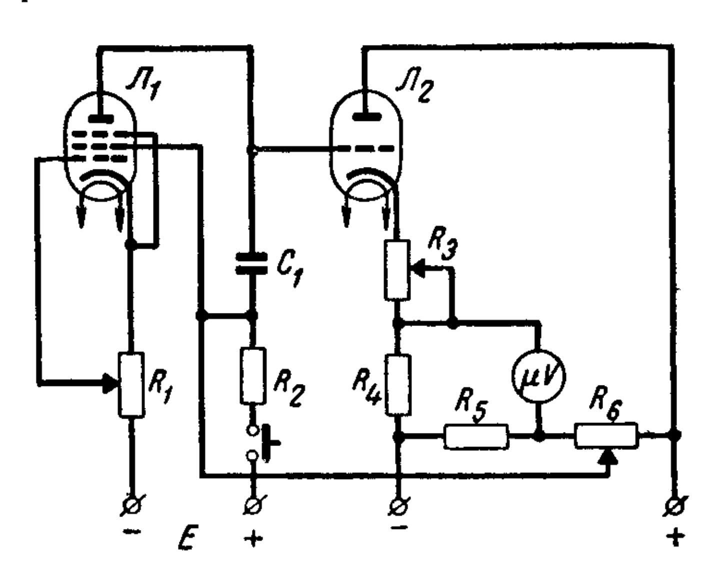


Рис 7. Упрощенная схема миллисекундомера накопительного типа.

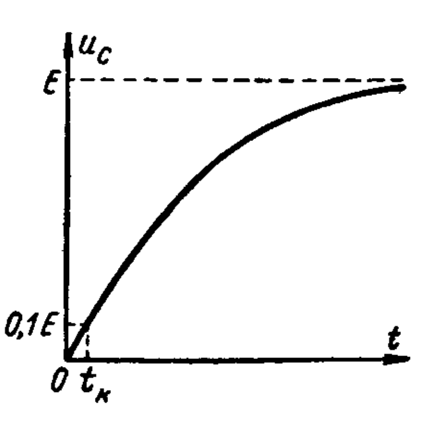


Рис. 8 График изменения напряжения на конденсаторе при заряде.

Цепь заряда конденсатора C_1 состоит из сопротивлений R_1R_2 и лампы $Л_1$. Эта лампа служит для поддержания постоянства величины зарядного тока в течение измеряемого промежутка времени (при замкнутой кнопке $K_н$). Действительно, по мере накопления заряда на конденсаторе ток в цепи уменьшается, что приводит к уменьшению падения напряжения на катодном сопротивлении R_1, с которого снимается напряжение смещения на лампу $Л_1$. При этом сопротивление лампы, а следовательно, и всей цепи заряда уменьшается, а зарядный ток остается почти постоянным. С помощью того же переменного сопротивления R_1 устанавливают также и начальную величину зарядного тока.

Электронный вольтметр представляет собой сбалансированный мост, два плеча которого составлены из постоянных сопротивлений R_4R_5, третье — из переменного R_6, а четвертое — из лампы $Л_2$ и сопротивления R_3. В диагональ моста включен измерительный прибор, шкала которого проградуирована в единицах времени.

Перед началом измерений мост балансируют с помощью переменного сопротивления R_3 Напряжение с накопительного конденсатора, поданное на вход лампы, изменяет ее сопротивление и нарушает равновесие моста, в результате чего стрелка измерительного прибора показывает искомое время.

График изменения напряжения на конденсаторе при заряде в зависимости от времени приведен на рис. 8.

Значение напряжения на конденсаторе в конце заряда определяется формулой

$$U_c = E\left(1 - e^{-\frac{t_к}{RC}}\right),$$

откуда время заряда конденсатора будет равно:

$$t_к = RC \ln \frac{E}{E - U_c},$$

где E — постоянное напряжение источника питания;

RC — постоянная времени цепи заряда (величина R определяется параметрами лампы и данными элементов схемы).

При экспоненциальном характере кривой заряда измерительный прибор должен иметь неравномерную шкалу. Поэтому для измерения времени используют участок от 0 до $t_к$, соответствующий максимальному напряжению на конденсаторе, равному 0,1 E. На этом участке шкалу можно считать практически линейной. Погрешность измерения такими ВИУ равна нескольким процентам.

Времяизмерительное устройство, построенное на принципе счета импульсов, состоит из двух основных элементов: источника электрических колебаний (задающего генератора) и пересчетной схемы. Первый вырабатывает строго определенное число колебаний в секунду, а второй преобразует их в серию равноотстоящих прямоугольных импульсов и подсчитывает их число По количеству прошедших в пересчетную схему колебаний определяют искомый отрезок времени

Задающим генератором может быть любое устройство, обеспечивающее соответствующее значение частоты колебаний и ее стабильности. Частоту выбирают, руководствуясь необходимостью получения заданной точности измерения времени и разрешающей способности ВИУ. Последняя определяется наименьшим отрезком времени, который способно измерить ВИУ. При этом, чем выше требуемая разрешающая способность, тем больше счетных элементов понадобится для построения ВИУ.

Выше уже были приведены доводы в пользу того, что точность ВИУ современных рефлексометров желательно довести до 0,001 *сек*, а разрешающую способность — до десятитысячных долей секунды. Отсюда легко определить, что частота задающего генератора должна быть равна 10 000 *гц*. Период одного колебания и будет тем минимальным промежутком времени, которое может отсчитать ВИУ.

Погрешность ВИУ равна $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2$, где Δt_1 — разрешающая способность ВИУ; Δt_2 — погрешность, вносимая нестабильностью частоты задающего генератора.

При номинальной частоте задающего генератора $f = 10\,000$ *гц* $\Delta t_1 = 0{,}0001$ *сек*; $\Delta t_2 = t\left(1 - \frac{10\,000}{f_и}\right)$ *сек*, где t — показание ВИУ; $f_и$ — действительная частота задающего генератора, при которой измерялось время.

Следовательно, $\Delta t = 0{,}0001 \pm t\left(1 - \frac{10\,000}{f_и}\right)$, *сек*.

При достаточно стабильной частоте задающего генератора, например 10^{-5}—10^{-6} *гц*, погрешность измерения малых отрезков времени определяется в основном разрешающей способностью ВИУ.

В большинстве практических схем рефлексометров задающий генератор стабилизован кварцем и настроен на частоту 10 *кгц*.

Схема одного из источников стабилизированных колебаний приведена на рис. 9.

В качестве генератора применен симметричный мультивибратор, частота которого синхронизирована синусоидальным напряжением

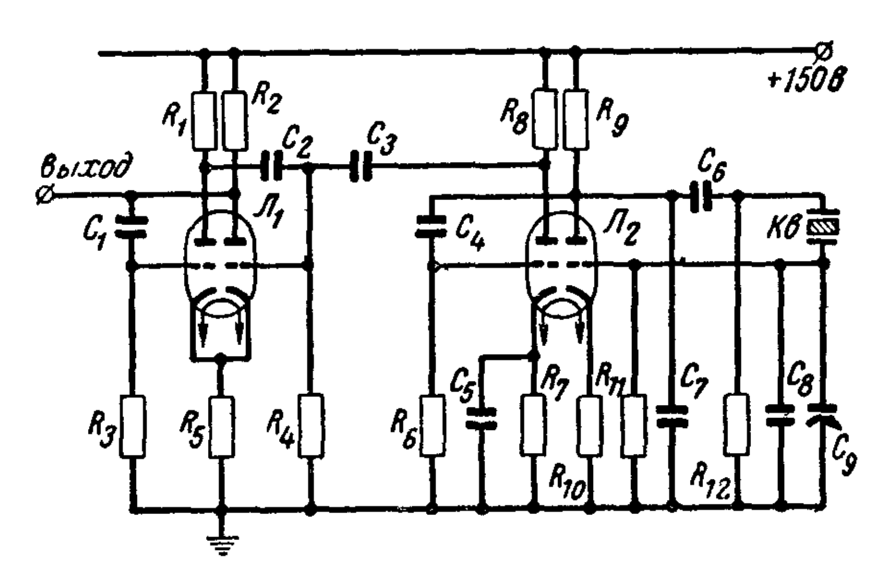


Рис. 9. Схема источника стабилизированных колебаний.

кварцевого генератора Из возможных видов синхронизации предпочтение отдано широко распространенной синхронизации синусоидальным напряжением на 10-й субгармонике основной частоты. В этом случае не требуется каких-либо формирующих устройств, а используются легко стабилизируемые генераторы гармонических колебаний небольших размеров.

Мультивибратор собран на двойном триоде $Л_1$. Для устойчивой синхронизации собственная частота мультивибратора выбирается несколько ниже номинальной частоты 10 000 *гц*.

Процесс синхронизации иллюстрируется диаграммами, изображенными на рис. 10.

Генератор синхронизирующих колебаний работает на правой половине лампы $Л_2$ (см. рис. 9) по трехточечной схеме с емкостной обратной связью и кварцевой стабилизацией частоты.

Для предотвращения влияния последующих каскадов на работу кварцевого генератора между ними поставлен буферный каскад, собранный на левой половине лампы $Л_2$.

Работа пересчетной схемы основана на принципе счета импульсов триггерными ячейками, имеющими по два состояния устойчивого электрического равновесия.

Задача построения счетного устройства состоит в том, чтобы импульсами, подлежащими счету, переводить триггеры из одного состояния равновесия в другое. Для построения такого устройства триггерные ячейки соединяют в замкнутые кольца — декады. В свою

очередь выход каждой предыдущей декады соединяют со входом последующей, достигая при этом необходимого коэффициента пересчета. Так, если в пересчетную схему успел пройти только один импульс, то после отключения ее от задающего генератора в ней окажется «опрокинутым» первый триггер первой декады.

Если в пересчетную схему прошло 9 импульсов, то после отключения ее от генератора окажется «опрокинутым» 9-й триггер опять-таки первой декады. При прохождении 13 импульсов остаются «опрокинутыми» первая ячейка второй декады и третья ячейка первой декады, так как 10-й импульс, «опрокинув» 10-ю ячейку первой

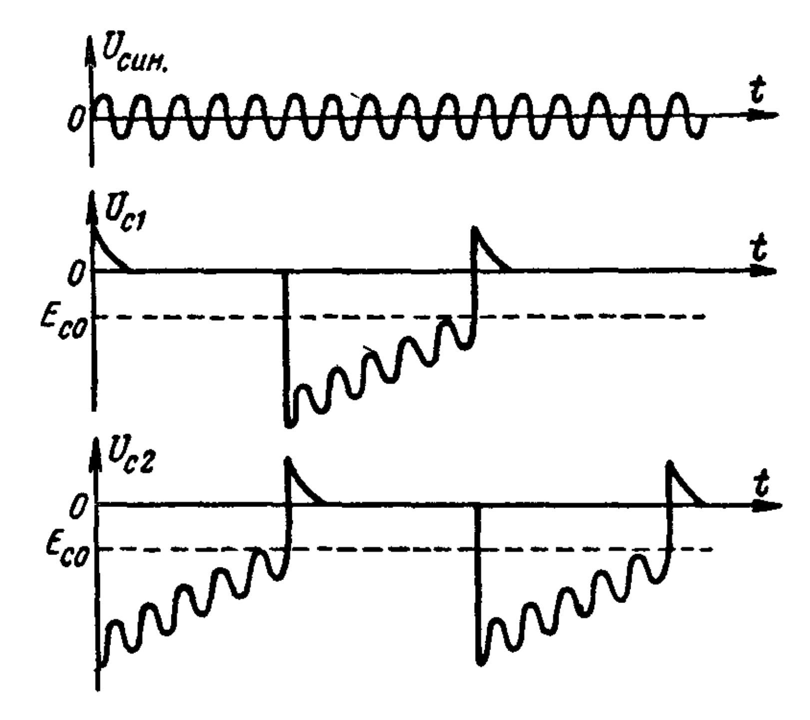


Рис. 10. Временные диаграммы синхронизации частоты задающего генератора.

декады, «опрокидывает» первую ячейку второй декады, а последующие 3 импульса «опрокидывают» третью ячейку первой декады и т. д. Следовательно, для отсчета измеряемого временного интервала достаточно знать, какие ячейки в декадах «опрокинуты» после отключения пересчетной схемы от задающего генератора.

При частоте задающего генератора, равной 10 *кгц*, пересчетную схему обычно составляют из четырех декад и электромеханического счетчика импульсов. Коэффициент пересчета такой схемы равен 10 000. При поступлении на ее вход 10 000 *имп/сек* на выходе появится только один импульс, от которого сработает электромеханический счетчик. Таким образом, доли секунды отсчитываются по триггерным ячейкам декад, оставшихся «опрокинутыми» после отключения пересчетной схемы от задающего генератора, а целые секунды — по показаниям счетчика.

Пусть, например, в пересчетную схему поступило 2 785 импульсов и после ее отключения от генератора остались «опрокинутыми» 2, 7, 8 и 5-я ячейки соответственно 4, 3, 2 и 1-й декад. В этом случае искомый промежуток времени составит 0,2785 *сек*.

Триггерные ячейки пересчетной схемы могут быть собраны на обычных электронных лампах с неоновыми лампочками в качестве

индикаторов их «опрокидывания». Однако ВИУ, собранное на таких ячейках, имеет большие габариты.

В последнее время для промышленных счетных установок применяют специально созданные для этих целей очень компактные элементы: тиратроны МТХ-90 (МТХ-90Ц), декатроны и трохотроны. Последние два прибора имеют размер обычной радиолампы, а выполняют функции целой пересчетной декады с ее сигнальными лампочками.

В настоящее время для ВИУ рефлексометров используют два первых типа ламп: безнакальные тиратроны и декатроны.

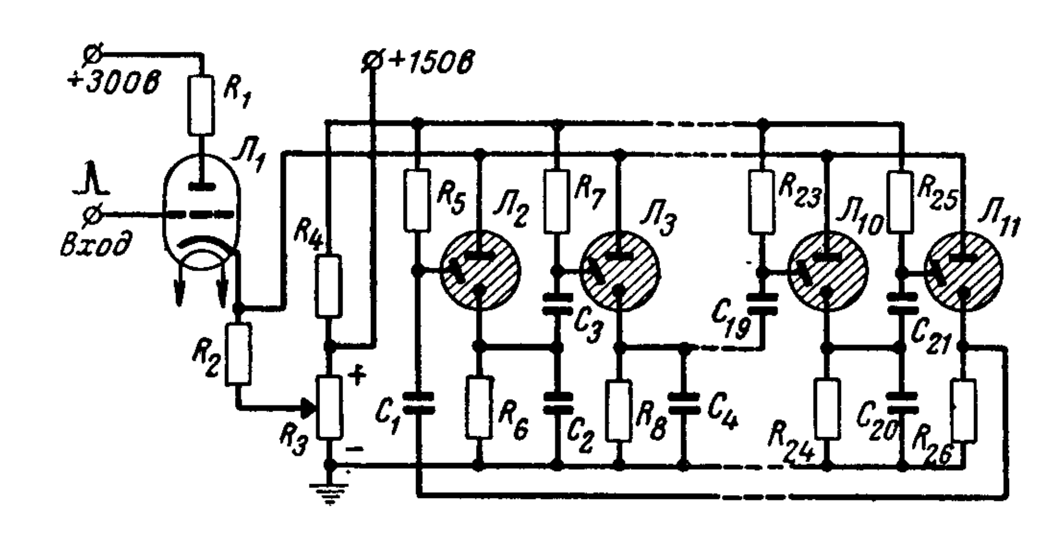


Рис. 11. Схема пересчетной декады ПК-5.

Безнакальные тиратроны приобретают все большее значение в различных областях техники у нас и за рубежом. Применение их для конструирования высокоточных ВИУ долгое время тормозилось тем, что максимальная скорость счета импульсов в простейших кольцевых схемах, собранных на безнакальных тиратронах, ограничена временем их деионизации и не превышает нескольких сот в секунду. Советскому ученому Л. Н. Кораблеву (1956) впервые удалось разработать метод, позволяющий уменьшить ограничения, накладываемые временем деионизации ламп на скорость счета и разрешающую способность кольцевых схем. Пересчетные схемы на лампах МТХ-90, разработанные Л. Н. Кораблевым, позволяют считать не менее 10 000 *имп/сек* и отличаются большой экономичностью.

Пересчетные схемы ВИУ радиорефлексометров, как правило, состоят из «скоростных» и простейших кольцевых декад, упрощенные схемы которых изображены на рис. 11 и 12. Эти декады имеют промышленное обозначение ПК-5 и ПК-13.

Работа схемы декады ПК-5 (рис. 11) сводится к следующему. Подлежащие счету импульсы в положительной полярности поступают одновременно на аноды всех ламп декады, поставленных в режим тихого разряда. В декаде всегда зажжена только одна лампа, допустим, $Л_2$. Пришедший импульс проходит через нее от анода к катоду и через конденсатор связи C_3 на вспомогательный электрод следующей лампы $Л_3$, у которой анодное напряжение повышено тем же импульсом. Одновременное скачкообразное повышение напря-

жений на аноде и вспомогательном электроде этой лампы создает условия для возникновения в ней разряда.

Ток лампы $Л_3$, пока не зарядится конденсатор C_4, будет большим. Это приведет к значительному падению напряжения на общем для всех тиратронов сопротивлении R_2 и, следовательно, к снижению напряжения $U_а$ на анодах тиратронов. Лампа $Л_2$ погаснет, так как напряжение между ее анодом и катодом $U_{ак}=U_а-U_{c2}$ будет недо-

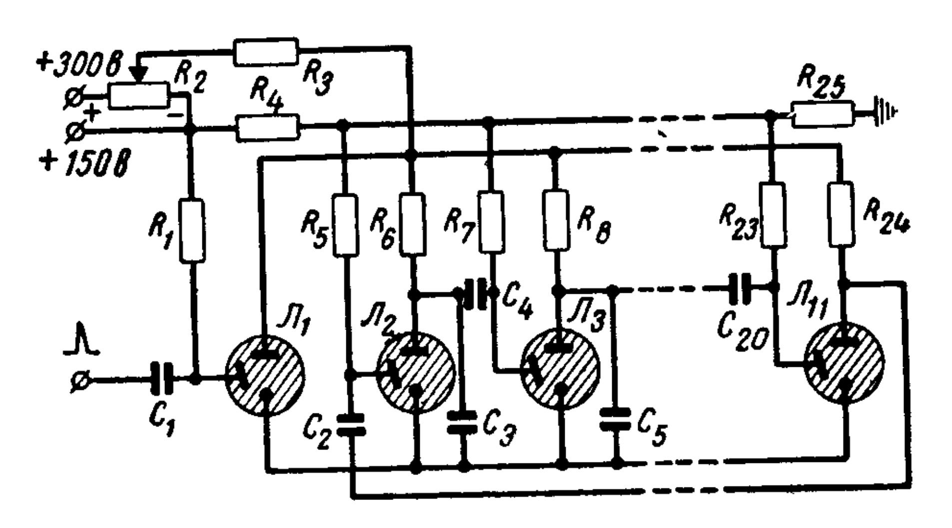


Рис. 12. Схема пересчетной декады ПК-13.

статочным для поддержания разряда. Постоянная времени цепи R_6C_2 выбрана так, чтобы неблагоприятные условия для зажигания лампы $Л_2$ были сохранены в течение времени ее деионизации.

Подлежащий счету очередной импульс аналогичным путем переведет разряд на следующую лампу, погасив ранее зажженную и т. д.

Для развязки декады от источника импульсов применен катодный повторитель, работающий на лампе $Л_1$.

В декаде ПК-13 (рис 12) также всегда зажжена только одна лампа, допустим, $Л_2$. Все подлежащие счету импульсы поступают на вспомогательный электрод входной лампы $Л_1$ и каждый раз поджигают ее Импульс тока этой лампы, проходя через сопротивление R_3, понижает напряжение на анодной шине декады до величины, при которой ранее зажженная лампа гаснет, а снимаемый с ее анода положительный импульс поджигает очередную лампу $Л_3$

Для нормального перехода разряда с одной лампы на другую длительность поджигающего импульса должна быть больше длительности гасящего импульса, т. е. постоянная времени в цепи вспомогательного электрода должна быть больше постоянной времени гасящей цепи.

Рис 13. Схема питания электромеханического счетчика импульсов.

Схема питания электромеханического счетчика изображена на рис. 13.

Выходной импульс четвертой декады пересчетной схемы, поджигая лампу счетчика, вызывает разряд предварительно заряженного электролитического конденсатора C_2 через обмотку счетчика *Сч*. Зарядный ток конденсатора, определяемый в основном сопротивлением R_2, выбран такой величины, чтобы, проходя по обмотке счетчика в промежутках между импульсами, он не вызывал его срабатывания. Максимальное зарядное напряжение конденсатора определяется отношением сопротивлений R_2 и R_3.

Для стабилизации работы пересчетной схемы с помощью ограничителя амплитуды и триггеров придают нужную амплитуду и прямоугольную форму импульсам, подлежащим счету.

Целую кольцевую пересчетную декаду может заменить особая газонаполненная лампа — декатрон, в которой общий анод окружен десятью отдельными катодами. Внешний импульс, поступающий на вход лампы, перебрасывает разряд с одного катода на другой. Номер работающего («горящего») катода сигнализирует о числе поступивших импульсов. Предельная скорость счета пересчетных схем, работающих на декатронах, достигает 20 000 *имп/сек*.

Рис. 14. Схема включения двухимпульсного декатрона ОГ-4.

ВИУ рефлексометров, собранные на декатронах, при частоте задающего генератора, равной 10 *кгц*, содержат, как правило, четыре декады и электромеханический счетчик импульсов. По «горящим» катодам декатронов отсчитывают доли секунды, а по показаниям счетчика — целые секунды

Каждая декада состоит из декатрона и управляющей схемы, формирующей импульсы для нормальной его работы. От формы импульсов зависит скорость работы декатрона. Чем ближе форма импульсов к прямоугольной, тем выше скорость их счета, так как быстрое установление амплитуды импульсов на электродах декатрона сокращает время перевода разряда с одного катода на другой.

На рис. 14 приведена электрическая схема включения двухимпульсного декатрона ОГ-4, имеющего скорость счета до нескольких тысяч импульсов в секунду.

В исходном состоянии в декатроне всегда устанавливается разряд между анодом и одним из индикаторных катодов, а все первые и вторые подкатоды находятся под положительным потенциалом. Подлежащий счету импульс в отрицательной полярности с амплитудой 160 *в* подается на группу первых подкатодов декатрона, повышая напряжение между ними и анодом. «Горящий» индикаторный катод, вблизи которого имеется облако свободных ионов и электронов, способствует возникновению разряда на соседнем первом подкатоде. Ток, проходящий через сопротивление R_4, понижает напряжение на аноде до величины, необходимой для прекращения разряда между ним и ранее «горевшим» индикаторным катодом. При этом

разряд на только что зажженном подкатоде не прекращается благодаря действию вышеуказанного отрицательного импульса.

Второй отрицательный импульс, поступающий на декатрон с некоторой задержкой, обусловленной постоянной времени цепочки R_1C_2, подается на вторые подкатоды, вызывая разряд между анодом и ближайшим к первому «горевшему» вторым подкатодом. После окончания действия второго импульса на втором подкатоде восстанавливается положительное смещение и разряд перемещается на ближайший индикаторный катод.

Очередной внешний импульс в том же порядке переведет разряд на следующий за «горящим» индикаторный катод и т. д.

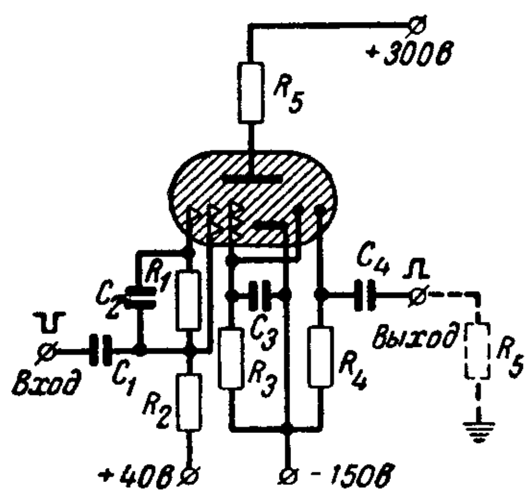


Рис. 15. Схема включения одноимпульсного декатрона ОГ-3.

Рассмотренная схема может быть использована в рефлексометре только для последних декад, имеющих небольшую скорость счета импульсов. Для «скоростной» декады применяют более сложную схему включения декатрона, показанную на рис. 15.

Подлежащий счету импульс в отрицательной полярности, поданный на вход схемы, увеличивает разность потенциалов между анодом и всеми первыми и вторыми подкатодами Так как для первого подкатода, находящегося вблизи «горящего» индикаторного катода, условия зажигания будут наиболее благоприятны, то на нем возникнет разряд. За счет возникшего тока в анодной цепи декатрона напряжение между анодом и «горящим» индикаторным катодом понизится до величины, при которой он гаснет. Повышение напряжения между анодом и первыми подкатодами, происходящее по мере заряда конденсатора C_2 током первого подкатода (при неизменной разности потенциалов между анодом и электродом, на который происходит разряд), сопровождается одновременно повышением потенциала анода. При достижении между анодом и вторыми подкатодами величины напряжения, необходимой для возникновения разряда, произойдет перенос разряда на второй подкатод, находящийся вблизи от «горящего» первого подкатода, и прекращение разряда на последний. Аналогичным образом процесс разряда со второго подкатода переносится на третий подкатод, а затем на ближайший индикаторный катод.

Подготовка схемы к отсчету очередного импульса происходит путем разряда конденсаторов C_2, C_3 и C_4 на параллельно им включенные сопротивления.

4. УПРАВЛЯЮЩИЕ СХЕМЫ

Задача управляющей схемы состоит в том, чтобы строго одновременно включить (выключить) времяизмерительное устройство и сигнал-раздражитель.

Простейшая управляющая схема может быть собрана на обычном электромагнитном реле (рис. 16).

К зажимам *1, 2* подсоединяется любое нормально разомкнутое контактное устройство, на которое воздействует экспериментатор, а к зажимам *3, 4* — нормально замкнутое контактное устройство, воспринимающее ответное действие испытуемого. При замыкании зажимов *1, 2* срабатывает электромагнитное реле, включая своими контактными группами *II* и *III* сигнал раздражения и ВИУ. Одновременно контактная группа *I* блокирует цепь питания реле после размыкания зажимов *1, 2*. Размыканием зажимов *3, 4* (при воздействии на подключенное к ним нормально замкнутое контактное устройство) обесточивается обмотка реле, которое, возвращаясь в исходное состояние, выключит сигнал раздражения и ВИУ.

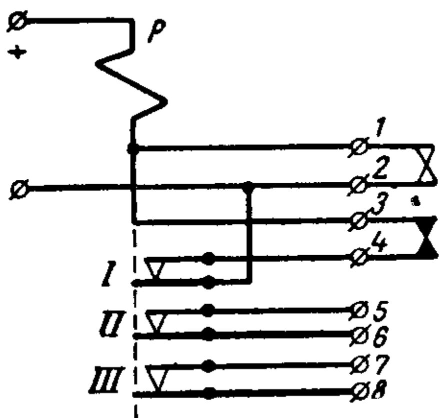


Рис. 16. Простейшая схема управления рефлексометром.

Более сложные управляющие схемы рефлексометров, обеспечивающие самые разнообразные методики исследования рефлексов (например, исследование двигательных, словесных, дыхательных, электрооборонительных, сухожильных и других рефлексов, а также их биоэлектрических компонентов), работают на электронных лампах. В теле- и радиорефлексометрах они состоят из двух основных элементов: усилителя напряжения и спускового устройства с двумя состояниями устойчивого электрического равновесия. Назначение усилителя такое же, как в предыдущей схеме контактной группы *III* — включать и выключать счетное устройство. Другими словами, усилитель служит соединительным звеном между задающим генератором, подключенным к его выходу, и счетным устройством, подключенным к его входу. Спусковое устройство предназначено для фиксации начала и конца того или иного явления путем изменения режима работы лампы усилителя. В одном случае оно отпирает эту лампу, обеспечивая нормальную работу счетного устройства, в другом случае — запирает ее и выключает счетное устройство.

Основное свойство спускового устройства с двумя состояниями устойчивого электрического равновесия состоит в способности неограниченно долго сохранять каждое из этих состояний. Переход из одного в другое состояние или «опрокидывание» схемы может произойти только от внешнего электрического импульса. Промежуточное состояние представляет собой переходный процесс, которым при рефлексометрии можно пренебречь, так как он совершается лавинообразно и длится очень короткое время.

В качестве приборов для спусковых устройств в схемах управления применяются газоразрядные и электровакуумные лампы.

В спусковом устройстве, схема которого изображена на рис. 17, происходит зажигание тиратрона $Л_2$ от внешнего электрического сигнала положительной полярности, воздействующего на его сетку, находящуюся под небольшим отрицательным потенциалом, снимаемым с сопротивления R_5. Тот же эффект достигается, если сетку тиратрона с помощью любой контактной пары замкнуть на шасси и тем самым свести к нулю отрицательный потенциал

После зажигания управляющее действие сетки прекращается и тиратрон в таком состоянии может находиться до тех пор, пока другой внешний импульс не погасит его, т. е. переведет в другое устойчивое состояние равновесия.

Погасить тиратрон можно или уменьшением его анодного напряжения до величины, меньшей, чем требуется для поддержания горения дуги, или таким понижением потенциала сетки, при котором слои пространственного заряда около отдельных ее элементов сольются между собой и сетка перестанет быть экранированной положительными ионами. Однако последний способ прерывания тока в тиратроне на практике не применяется.

Уменьшить анодное напряжение тиратрона можно путем увеличения ограничительного сопротивления в его анодной цепи. В качестве ограничительного сопротивления применяют трехэлектродную лампу $Л_1$, внутреннее сопротивление которой легко изменяется электрическими сигналами, подаваемыми на ее управляющую сетку. При действии отрицательного импульса внутреннее сопротивление лампы $Л_1$ увеличится, напряжение на аноде тиратрона уменьшится и он гаснет.

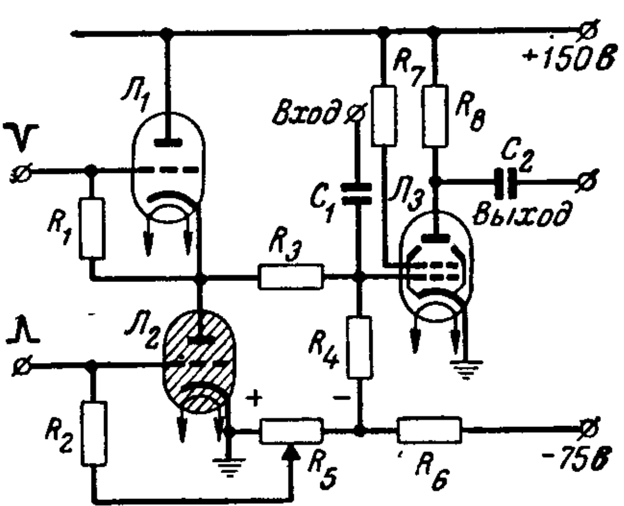


Рис. 17. Управляющая схема на газоразрядной лампе.

В исходном состоянии, при зажженном тиратроне, лампа $Л_3$ заперта отрицательным напряжением, снимаемым с сопротивления R_5. Счетное устройство выключено. Когда тиратрон погаснет, общий анодный ток, а следовательно, и падение напряжения на сопротивлении R_5 уменьшится, лампа $Л_3$ отопрется. Счетное устройство начнет отсчет времени. Отпиранию лампы $Л_3$ способствует также ток лампы $Л_1$, проходящий по цепочке сопротивлений $R_3R_4R_5$ и создающий на двух последних ее звеньях положительное по отношению к сетке $Л_3$ напряжение.

Схема спускового устройства на электровакуумной лампе (двойном триоде), показанная на рис. 18, представляет собой симметричную триггерную схему с двумя состояниями устойчивого равновесия. Для «опрокидывания» триггера достаточно подать кратковременный электрический сигнал отрицательной или положительной полярности на управляющие сетки соответственно отпертой или запертой лампы. То же самое получится, если нарушить симметрию триггера, например, замкнув накоротко вход отпертой лампы.

В исходном состоянии, когда правая половина лампы $Л_1$ отперта, потенциал управляющей сетки лампы $Л_2$ оказывается ниже напряжения запирания за счет внешнего отрицательного смещения. Лампа $Л_2$ заперта, счетное устройство выключено. При «опрокидывании» триггера отрицательное смещение на управляющей сетке лампы $Л_2$ компенсируется увеличившимся напряжением на аноде правого триода, лампа $Л_2$ перейдет в нормальный усилительный режим и включит счетное устройство.

Для включения раздражителя синхронно с ВИУ можно применить электромагнитное реле, обмотка которого используется в качестве анодной нагрузки лампы усилителя. При отпирании лампы включится ВИУ и сработает реле, контакты которого замкнут цепь любого раздражителя, питающегося от внешнего источника тока. Запаздывание начала действия сигнала раздражения по отношению к моменту включения ВИУ, определяемое временем срабатывания реле, может быть учтено путем вычитания этого времени из результатов измерений.

Для безынерционного включения условных раздражителей предусматриваются специальные блоки питания, работающие на электронных лампах и запускаемые в действие импульсами, возникающими при «опрокидывании» спусковых устройств управляющих схем. Основой таких блоков служит усилитель постоянного или переменного тока (напряжения) и триггер с двумя состояниями устойчивого равновесия, действующие по принципу управляющей схемы, изображенной на рис. 18.

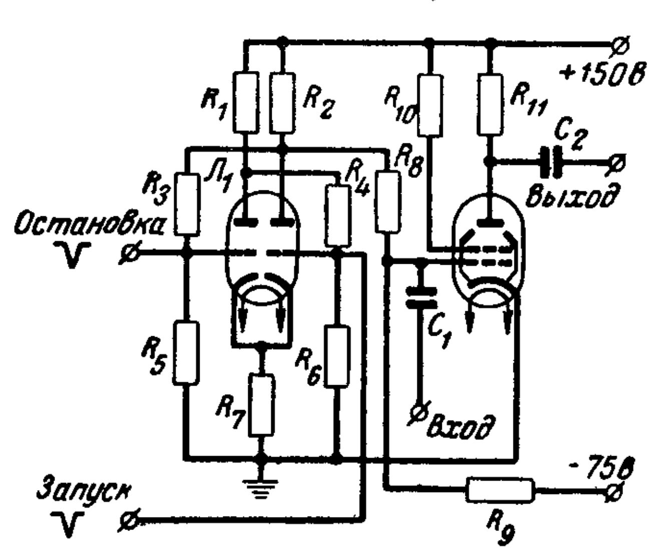


Рис. 18. Управляющая схема на электровакуумной лампе.

Основной характеристикой управляющей схемы служит время ее срабатывания, которое не должно превышать величины разрешающей способности рефлексометра. Из рассмотренных схем видно, что время их срабатывания всецело зависит от переходных процессов, происходящих при «опрокидывании» спусковых устройств. Так, в схеме, изображенной на рис. 17, оно определяется временем деионизации паров ртути тиратрона и составляет порядка 10^{-4} *сек.* В схеме, работающей на электровакуумной лампе (рис. 18), это время еще меньше (порядка микросекунд).

Особый интерес представляют элементы управляющей схемы для автоматической синхронизации во времени окончания словесного сигнала и начала работы времяизмерительного устройства, например при исследовании связей типа Ск—Сн, когда испытуемый реагирует после восприятия всего словесного сигнала (слово, фраза), произнесенного экспериментатором. Эта важная для ряда методик возможность была впервые реализована при конструировании телехронорефлексометров. Основная техническая трудность состояла в том, чтобы исключить преждевременное включение ВИУ (между неслитно произносимыми слогами слова и словами фразы).

Простейшая схема этого рода также может быть собрана на электромагнитном реле, включенном в цепь микрофонного усилителя рефлексометра и имеющем выдержку времени на отпускание порядка 0,2 *сек.* Реле имеет проходной контакт, выполненный так, чтобы его мгновенное соприкосновение с неподвижным контактом, приводящее к запуску ВИУ, происходило при возврате якоря реле в исходное положение.

Например, реле, изображенное на рис. 19, имеет на якоре *1*, находящемся под воздействием пружины, контакт *2*, взаимодействующий с неподвижным контактом *3*, верхняя поверхность которого покрыта изоляцией При произнесении экспериментатором слова, вызывающего возбуждение реле, его якорь притягивается, контакт *2* задевает за контакт *3*, заходит за него и разъединяется с ним. При этом изоляция на верхней поверхности контакта *3* предупреждает включение ВИУ. В момент окончания произнесения слова реле отпускает якорь, который под воздействием пружины перемещается вверх, и контакт *2* кратковременно взаимодействует с контактом *3*. В этом случае ВИУ начинает отсчитывать время после окончания произнесения слова. Опаздывание будет происходить только за счет инерции реле и, следовательно, может быть учтено.

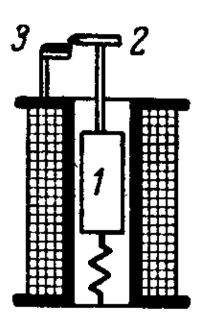


Рис. 19. Устройство реле с проходным контактом.

Рис. 20. Схема замедления отпускания реле.

Однако значительно более эффективными и удобными оказались устройства, автоматически включающие ВИУ концом слова (фразы), характерные для управляющих схем промышленных теле- и радиорефлексометров (рис. 20). В них схема замедления отпускания реле основана на уменьшении скорости спада тока в обмотке реле с помощью цепочки R_1C_1. Реле включено в цепь нагрузки детектора и срабатывает при произнесении словесного сигнала. Одновременно заряжается конденсатор C_1, который в паузах словесного сигнала, разряжаясь через сопротивление R_1 на обмотку реле, удерживает его в течение некоторого времени. Полное время (t) задержки реле состоит из двух составляющих $t=t_1+t_2$, где t_1 — время, обусловленное инерционностью механической системы реле; t_2 — время искусственной задержки.

Время задержки плавно регулируется переменным сопротивлением R_1, ось которого выводится под шлиц.

Контакты реле используются для включения ВИУ путем воздействия на управляющую схему разрядным импульсом тока конденсатора C_2, заряженного во время произнесения словесного сигнала.

5. УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ЗАПУСКАЮЩИХ И ОТВЕТНЫХ СИГНАЛОВ

Для управления теле- и радиорефлексометрами, т. е. для связи экспериментатора и объекта исследования с прибором, служат различного рода датчики.

Датчики, которыми пользуется экспериментатор, запускают ВИУ одновременно с подачей того или иного сигнала-раздражителя. Датчики, которыми пользуется исследуемый, останавливают ВИУ и в некоторых случаях автоматически выключают источник сигнала-раздражителя.

Вместе с тем некоторые датчики одновременно измеряют величину реакции (показывающим электроизмерительным прибором, самописцем или осциллографом).

Многообразные датчики, применяемые или могущие найти применение при пользовании теле- и радиорефлексометрами, можно разделить на три группы: контактные датчики; ларингофоны (микрофоны); датчики (в том числе преобразующие биологические импульсы в электрические), способные (самостоятельно или в комбинации с усилителем) подавать на вход теле- или радиорефлексометра переменное напряжение не менее 5 *в*.

К контактным датчикам относятся разнообразные контактные устройства (пары электрических контактов). Подключенные к соответствующим гнездам рефлексометров эти контактные устройства становятся составной частью приборов. Их замыкание вызывает скачкообразное изменение напряжения и тока в схеме прибора (изменение режима работы спускового устройства управляющей схемы), используемое для включения или выключения ВИУ.

Наиболее простой и распространенный из датчиков этого рода представляет собой так называемый «реакционный» ключ, по своей конструкции аналогичный обычному телеграфному ключу, но значительно более чувствительный.

Для запуска или остановки ВИУ достаточно лишь на мгновение соприкоснуть соответствующие контакты ключа. Максимальный ток, который возникает в цепи при замыкании контактной пары, не превышает 0,1 *ма*. Поэтому непосредственное прикосновение к этим контактам не связано с какими-либо субъективными ощущениями, вызванными возникающим в организме человека током.

Перечисленные особенности создают многообразные выгодные возможности для использования рассматриваемой группы датчиков при рефлексометрии.

Специфическое назначение ларингофонов и микрофонов сводится: к запуску или остановке ВИУ посредством слова (голоса); к измерению звуковой интенсивности словесной (голосовой) реакции показывающими приборами; к регистрации словесной (голосовой) реакции с помощью осциллографов или самописцев.

Однако значение этих датчиков, особенно ларингофонов, отнюдь не исчерпывается специфическими применениями.

Счетное устройство теле- и радиорефлексометров включается или останавливается также и при таких влияниях на ларингофон, как, например, легкое прикосновение к нему или к предмету, с ним контактирующему (действие воздушной струи и др.).

В зависимости от задач эксперимента ВИУ может автоматически запуститься не только началом, но и концом перечисленных воздействий на ларингофон.

Посредством ларингофона регистрируется показывающим прибором или самописцем не только звуковая интенсивность произнесенного слова, но также степень динамического воздействия, оказываемого на ларингофон или контактирующий с ним предмет воздушной струей (интенсивность воздушного толчка), прикосновением, ударом и т. п.

Рассмотренные возможности воздействия на схему рефлексометра позволяют применять ларингофоны в качестве датчиков при многих методиках и приемах исследования условных и безусловных рефлексов. В зависимости от конкретных задач и специфических условий исследования ларингофон иногда применяется в комбинации с теми или иными добавочными приспособлениями.

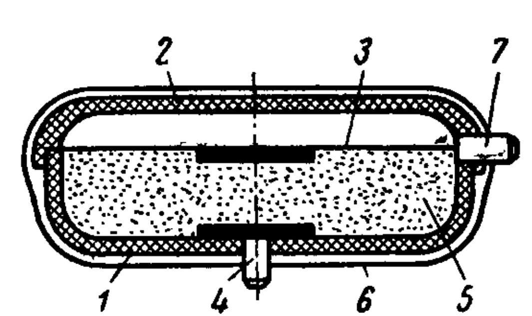


Рис. 21. Устройство ларингофона Ла-5.

Следует подчеркнуть, что ларингофон при достаточной для очень многих исследований чувствительности отличается большой помехоустойчивостью. С ним можно экспериментировать в условиях сильного шума. Пользование им не ограничивает подвижности исследуемого. Например, при регистрации словесной реакции человек может находиться в движении, которое не сказывается на включении или выключении времяизмерительного устройства.

Перечисленные особенности ларингофонов в сочетании с их доступностью обусловили их широкое применение, хотя для некоторых исследований, требующих особой точности, приходится пользоваться более сложными и менее инерционными датчиками.

Радиорефлексометры комплектуются угольными ларингофонами или угольными микрофонами. Наряду с ними в новейших конструкциях предусматривается использование и высококачественных динамических микрофонов.

В ларингофонах звуковая энергия преобразовывается в электрическую благодаря изменению плотности, а следовательно, и электрического сопротивления угольного порошка, вызываемого колебанием мембраны. Вследствие этого протекающий через ларингофон постоянный ток будет также изменяться. Этот так называемый пульсирующий ток, протекая через первичную обмотку микрофонного трансформатора, индуктирует в ее вторичной обмотке э. д. с., усиливаемую затем усилителем.

Устройство угольного ларингофона Ла-5 показано на рис. 21. Он состоит из пластмассового корпуса *1* со съемной крышкой *2*. Внутри корпуса размещена контактная пластина, соединенная с металлической мембраной *3*. На дне корпуса также установлена контактная пластина, соединенная с токоотводящим выводом *4*. Другой вывод *7* соединен с мембраной. Между пластинами насыпан мелкозернистый угольный порошок *5*. Ларингофон помещен в кожаный чехол *6*.

Ларингофон верхней крышкой соприкасается с гортанью Вибрация гортани воздействует на крышку, которая передает колебания мембране Ларингофон, как указывалось выше, мало чувствителен к посторонним воздушным шумам

Обычно применяют комплекты, состоящие из двух соединенных параллельно ларингофонов, которые прикладываются к гортани с двух сторон

К кожаным чехлам двух ларингофонов прикрепляются два эластичных пояса, соединяемых между собой (при надевании на шею) кнопкой Кожаные чехлы можно снять, что значительно повысит чувствительность датчиков

Внутреннее сопротивление каждого ларингофона порядка 3 *ком*, а пары ларингофонов — 1,5 *ком*

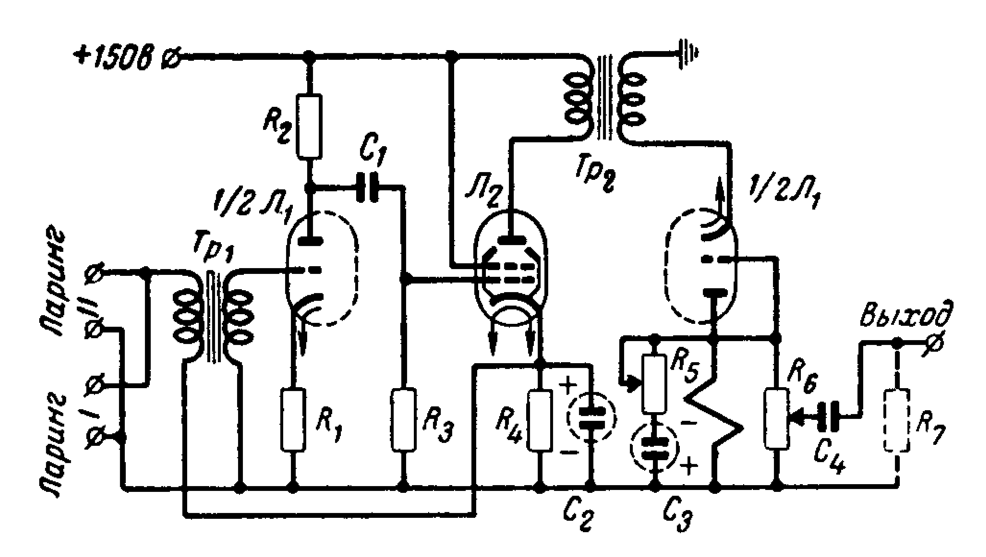


Рис 22 Схема усиления и формирования сигналов звуковых датчиков

Постоянное напряжение, необходимое для нормальной работы ларингофонов, порядка 8—12 *в*

Принцип работы микрофона такой же, как и ларингофона, с той лишь разницей, что звуковые (воздушные) колебания воздействуют непосредственно на мембрану микрофона

Переменное напряжение, созданное пульсирующим током преобразователя на внешней нагрузке, в дальнейшем подвергается усилению и формированию, что необходимо для придания электрическим сигналам определенных параметров (амплитуды, полярности и крутизны фронта)

На рис 22 изображена схема микрофонного усилителя напряжения и детектора

Усилитель напряжения имеет два каскада, первый из которых работает на левой половине лампы $Л_1$ Каскад имеет два входа, предназначенных для подключения ларингофонов (микрофонов) экспериментатора и испытуемого Их питание осуществляется от напряжения, создающегося на сопротивлении R_4 в цепи катода лампы $Л_2$

С первого каскада через конденсатор C_1 сигнал поступает на вход второго каскада, работающего на лампе $Л_2$

Второй каскад нагружен на диодный детектор, работающий на правой половине лампы $Л_1$ С сопротивления нагрузки R_6 снимаются отрицательные импульсы и через конденсатор C_4 поступают на спусковое устройство управляющей схемы Амплитуда этих импульсов регулируется потенциометром

Длительность импульса зависит от продолжительности воздействия, например от продолжительности произносимого слова или фразы «Опрокидывание» спускового устройства осуществляется передним фронтом получающегося импульса Это обеспечивается дифференцирующей цепочкой, состоящей из конденсатора C_4 и сопротивления R_7 (Сопротивление R_7 представляет собой элемент управляющей схемы рефлексометра)

Для суждения об интенсивности звуковых сигналов в цепь нагрузки детектора (последовательно или параллельно) включают стрелочный прибор или другой индикатор, шкалу которого можно проградуировать в децибеллах

Из многообразных датчиков третьей группы можно выделить фотоэлектрические, ионизационные, тензометрические, пьезоэлектрические и другие датчики, применяемые при исследованиях

Особо следует остановиться на датчиках, воспринимающих биопотенциалы мышц Они необходимы для временного анализа биоэлектрического компонента непосредственных и словесных реакций

Эти датчики (специальные электроды) накладываются на соответствующие места тех мышц, которые принимают участие в интересующей реакции (двигательной, словесной, мигательной и др) Экранированными проводниками электроды соединяются со входом усилителя биопотенциалов (рис 23), который выполняется в виде приставки к одним радиорефлексометрам или представляет собой неотъемлемую часть других.

Усилитель состоит из четырех каскадов усиления по напряжению, согласующего каскада и катодного повторителя Первые три каскада построены по дифференциальной схеме на двойных триодах 6Н2П Схему симметрируют переменными сопротивлениями R_5 и R_1, включенными соответственно в сеточную и анодную цепи лампы $Л_1$ Оси этих сопротивлений выведены под шлиц и снабжены надписью «Балансировка».

Четвертый каскад служит согласующим или переходным от симметричной схемы к несимметричной Он одновременно предназначен для ослабления синфазных напряжений (наводок) и усиления полезного (биоэлектрического) сигнала

Подавление помех объясняется тем, что при поступлении на управляющие сетки лампы $Л_4$ напряжений с одинаковой полярностью анодные токи в обеих ее половинах одинаково изменяются (уменьшаются или увеличиваются) Увеличение тока в правой половине лампы $Л_4$, представляющей собой катодный повторитель, вызывает увеличение положительного потенциала на катоде левой половины этой же лампы, работающей в режиме усиления Изменяя сопротивление R_{23}, можно подобрать напряжение, поступающее на сетку левой половины лампы, такой величины, чтобы скомпенсировать действие потенциала на ее катоде На анодной нагрузке R_{24} в этом случае переменное напряжение будет отсутствовать Таким образом, левая половина лампы $Л_4$ усиливает разность сигналов, подаваемых на управляющие сетки этой лампы

При поступлении на управляющие сетки лампы $Л_4$ противофазного (полезного) напряжения левая ее половина будет усиливать сумму сигналов, так как на сетке и катоде действуют сигналы разной полярности.

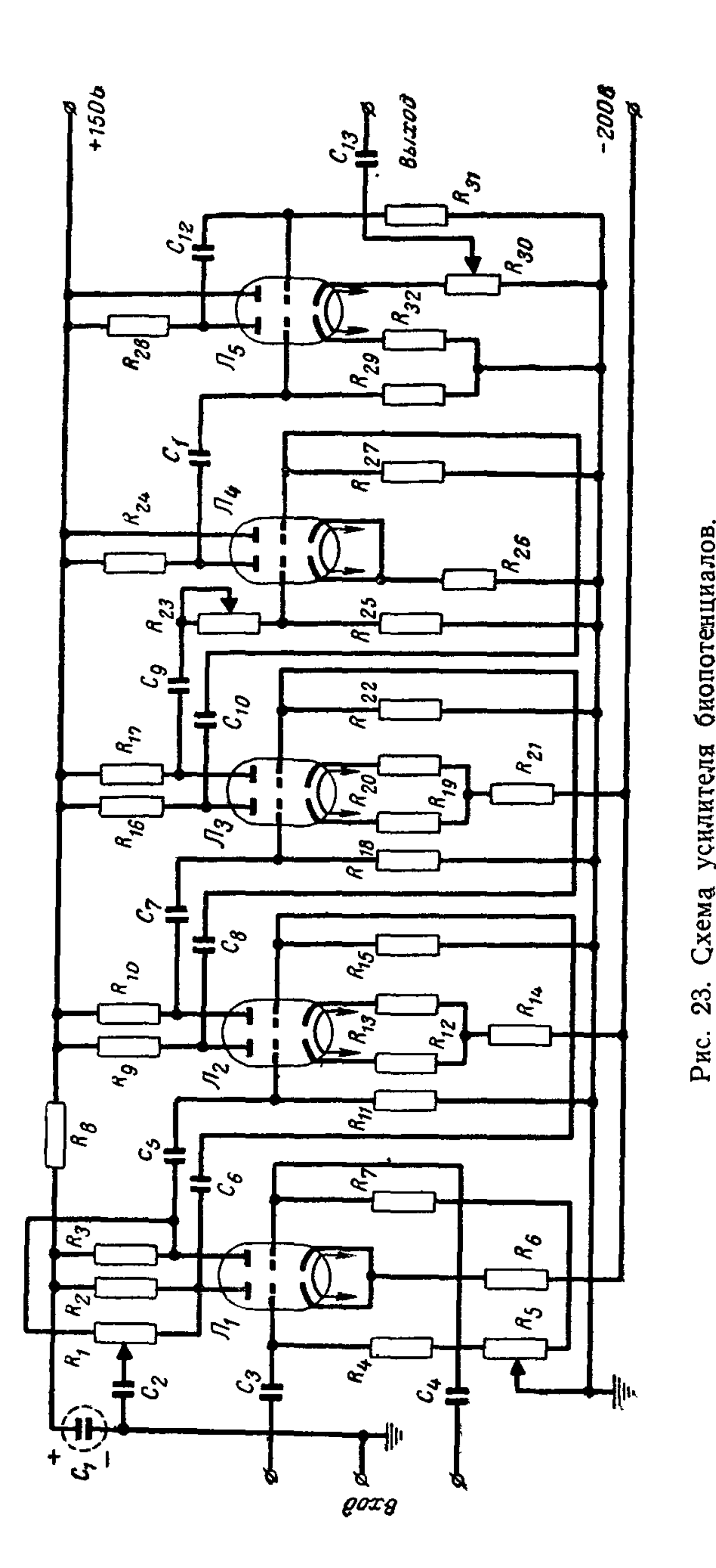


Рис. 23. Схема усилителя биопотенциалов.

Усиленный полезный сигнал с анодной нагрузки левой половины лампы $Л_4$ подается для дальнейшего усиления на левую половину лампы $Л_5$.

Оконечный каскад, работающий на правой половине лампы $Л_5$, представляет собой катодный повторитель. Он имеет плавную регулировку амплитуды выходного сигнала с помощью переменного сопротивления R_{30}, ось которого выведена на лицевую панель и снабжена надписью «Усиление».

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

СЕРИЙНЫЕ И ОПЫТНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РЕФЛЕКСОВ

6. РЕФЛЕКТОМЕТРЫ, ТЕЛЕ- И РАДИОРЕФЛЕКСОМЕТРЫ

а) Рефлектометр РФ-56

Рефлектометр РФ-56 представляет собой усовершенствованный вариант рефлектометра РФ-1-55. Он состоит из электронного миллисекундомера, работающего по схеме накопления заряда, генератора прямоугольных импульсов и выпрямительного устройства с газовым стабилизатором напряжения, совмещенных в одном корпусе. Рассчитан на изучение связей типа Н—Н.

Электронный миллисекундомер позволяет по прямопоказывающему измерительному прибору с линейной шкалой измерять время с момента включения напряжения и до разрыва электрической цепи.

Время, протекающее с момента включения до момента выключения электронного реле, определяется количеством электрического заряда, полученного конденсатором.

Схема секундомера автоматически блокируется после первого пуска, в результате чего случайные импульсы не влияют на точность работы.

При неизменном зарядном токе приращение напряжения прямопропорционально времени. Изменением величины зарядного тока изменяется предел шкалы измерительного прибора в необходимом диапазоне.

Генератором импульсов раздражения служит мультивибратор, работающий на лампе 6Н8С; частота повторения и продолжительность импульсов изменяется в зависимости от величины зарядного сопротивления и конденсатора связи между отдельными половинами схемы.

Генератор раздражения запускается основным электронным реле, которое включается кнопкой пуска миллисекундомера. Продолжительность времени раздражения регулируется дополнительным реле выдержки времени.

Выход усилителя импульсов раздражения включен через отдельный переключатель, позволяющий подключить одну из трех пар выходных зажимов, к которым могут быть подключены электроды для раздражения током, неоновая лампочка для светового раздражения, динамический громкоговоритель для звукового раздражения или спе-

циальная приставка для светового раздражения. С помощью переключателя на три положения один стрелочный измерительный прибор, шкала которого разбита на 100 делений, позволяет измерять время в трех диапазонах с максимальными значениями 0,1; 1; 10 *сек.* Погрешность показаний секундомера в процессе замеров лежит в следующих пределах:

в диапазоне 10—1 *сек* — 1 деление;
в диапазоне 1—0,1 *сек* — 2 деления;
в диапазоне 0,1—0,01 *сек* — 2—3 деления.

Прибор выполнен в виде настольной конструкции (рис. 24).

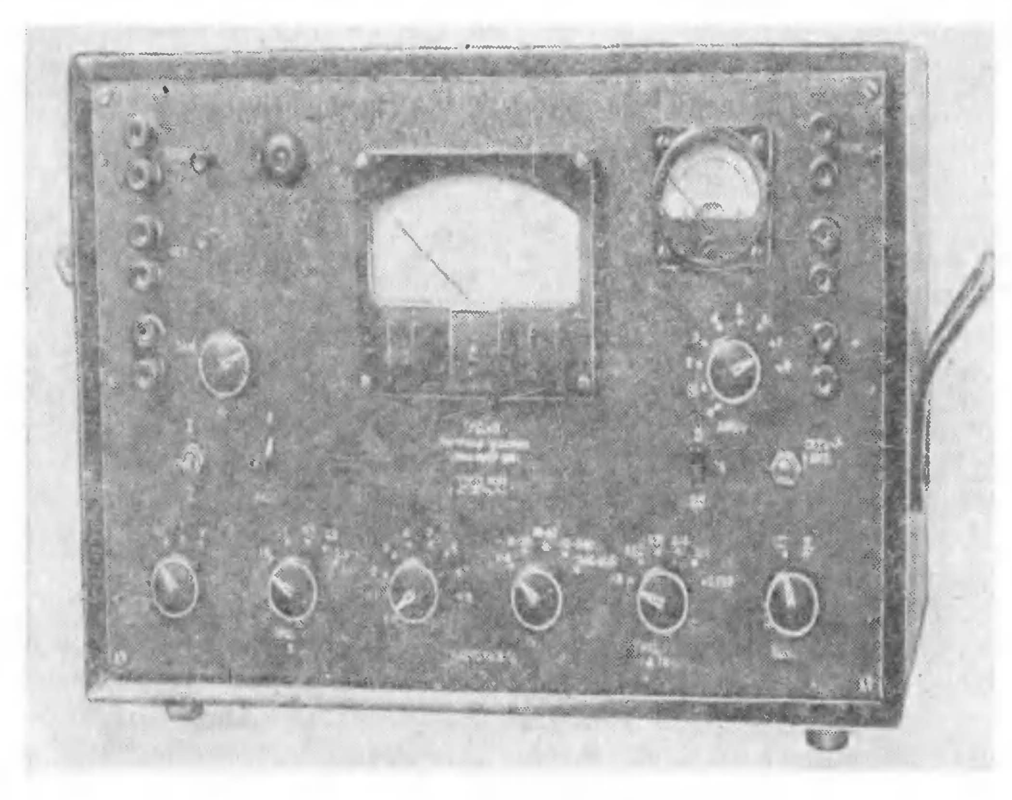


Рис. 24. Рефлектометр РФ-56.

Питание от сети переменного тока частотой 50 *гц* напряжением 220 или 127 *в.*

За последнее время рефлектометр РФ-56 подвергся некоторой модернизации.

б) Телехронорефлексометр ТХР-56М

Прибор состоит из управляющей схемы, микрофонного усилителя, детектора и двух электромагнитных реле.

Спусковое устройство управляющей схемы выполнено на тиратроне ТГ1-0,1/1,3.

Принципиальная схема телехронорефлексометра приведена на рис. 25.

В исходном состоянии тиратрон $Л_4$ зажжен, лампа $Л_5$ усилителя заперта отрицательным напряжением, снимаемым с сопротивления R_{15}, анодный ток лампы $Л_3$ проходит через тиратрон. Когда вслед-

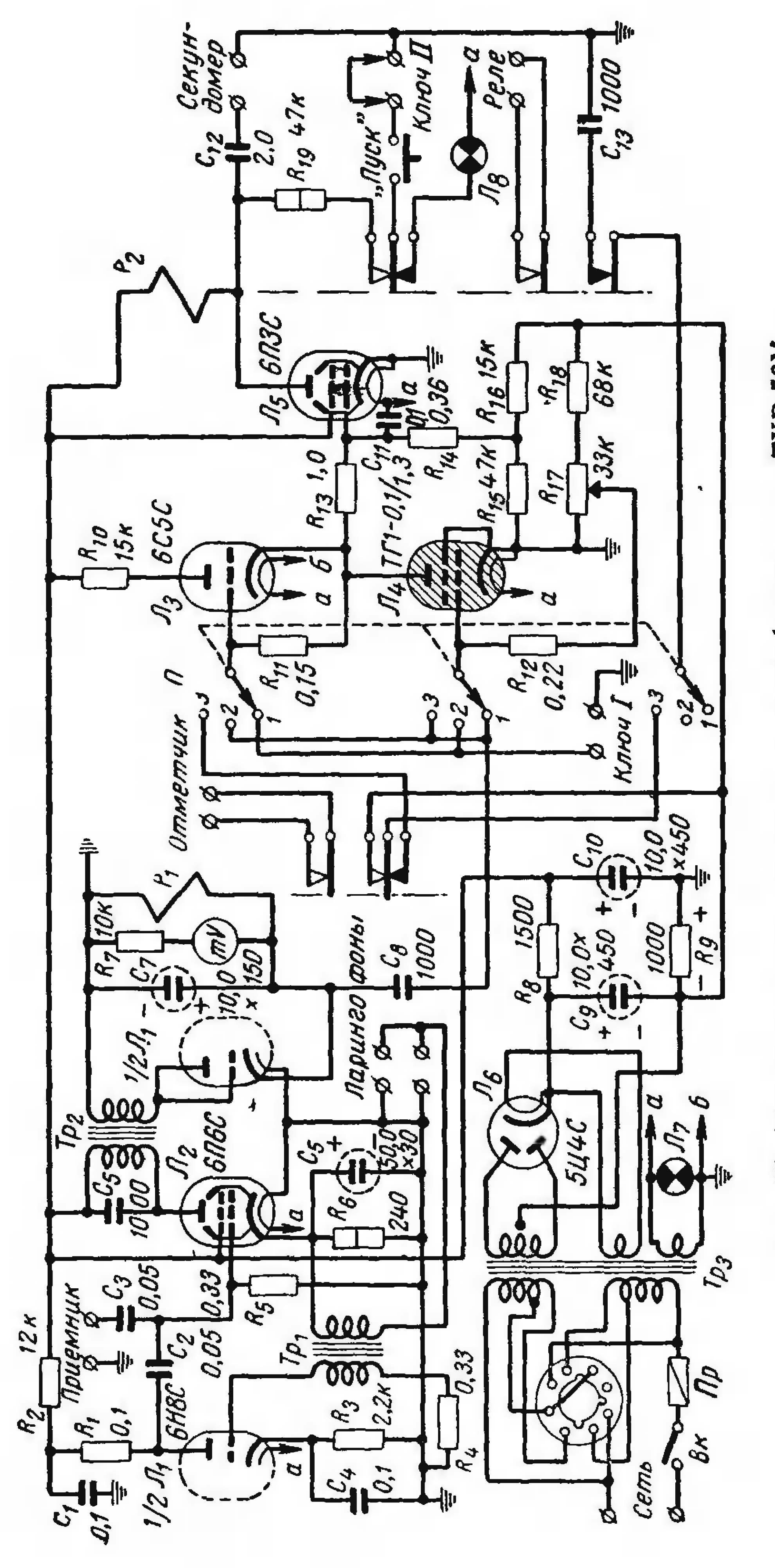


Рис. 25. Принципиальная схема телехронорефлексометра ТХР-56М.

ствие воздействия экспериментатора на датчик тиратрон погаснет, анодный ток лампы $Л_3$ пойдет по цепочке $R_{13}R_{14}R_{15}$, создавая на ней падение напряжения, часть которого поступит на управляющую сетку лампы $Л_5$. Лампа отопрется, электромагнитное реле P_2 сработает и включит тот или иной сигнал раздражения (свет, звук, электрический ток и т. п.), а усиленное лампой переменное напряжение (50 *гц*) включит электросекундомер и при необходимости неоновую лампочку. Переменное напряжение на управляющую сетку лампы $Л_5$ подается с обмотки накала трансформатора питания через конденсатор C_{11}.

При зажигании тиратрона, наступающем в момент реакции испытуемого, лампа $Л_5$ переходит в исходное состояние, а электросекундомер останавливается, отсчитав время скрытого периода реакции. Реле P_2 в зависимости от условий опыта может быть оставлено в прежнем состоянии или возвращено в исходное. Обесточить реле можно в любое время, нажав кнопку «Пуск».

При необходимости обесточивания реле P_2 одновременно с прекращением отсчета времени цепь самоблокировки этого реле перед началом эксперимента разрывается вставлением вилки в нормально замкнутые гнезда *«Ключ II»*.

Телехронорефлексометр ТХР-56М рассчитан на безынерционное подключение электросекундомера ПВ-53Л и подключение через реле различных электромеханических и электронных измерителей времени.

По предложению авторов простая модернизация прибора (последней модели) обеспечивает безынерционное подключение к нему созданных в последнее время высокоточных электронных измерителей времени (МСК-2, МС-1 и др.).

Прибор имеет три варианта работы, выбираемые галетным переключателем *П*.

Для простоты изложения работу этого, а также последующих теле- и радиорефлексометров рассмотрим применительно к исследованию словесных и двигательных реакций.

При первом варианте (например, при исследовании условных связей типа Н—Сн) для запуска прибора[1] достаточно мгновенного взаимодействия контактной пары, подключенной к гнездам *«Ключ I»*. Замыкание этой пары приводит к «опрокидыванию» спусковой схемы благодаря увеличению внутреннего сопротивления лампы $Л_3$ и как следствие этого — к прерыванию тока в тиратроне.

Однако уменьшение отрицательного напряжения смещения лампы $Л_5$, снимаемого с сопротивления R_{15}, недостаточно для ее отпирания. Положительное смещение, образующееся на части цепочки $R_{13}R_{14}R_{15}$ и предназначенное для полного отпирания этой лампы, отсутствует, так как почти весь анодный ток лампы $Л_3$ вместо указанной цепочки проходит через сопротивление R_{11} и замкнутую контактную пару. Только после размыкания этой пары лампа $Л_5$ отопрется, и на электросекундомер через конденсатор C_{12} поступит усиленное ею переменное напряжение частотой 50 *гц*.

Конец отсчета времени наступит тогда, когда внешний сигнал, соответствующий переднему фронту произнесенного слова, возвратит спусковую схему в исходное состояние. В этом случае сигнал с детектора (в положительной полярности) через дифференцирующую цепочку C_8R_{12} поступит на сетку запертого тиратрона и зажжет его. В этом же варианте возможно исследование связей типа Н—Н.

При втором варианте (например, при исследовании условных связей типа Сн—Н) запускающий сигнал отрицательной полярности, соответствующий заднему фронту положительного скачка на нагрузке детектора, с дифференцирующей цепочки поступит на вход лампы $Л_3$, кратковременно запрет ее и прервет ток в тиратроне.

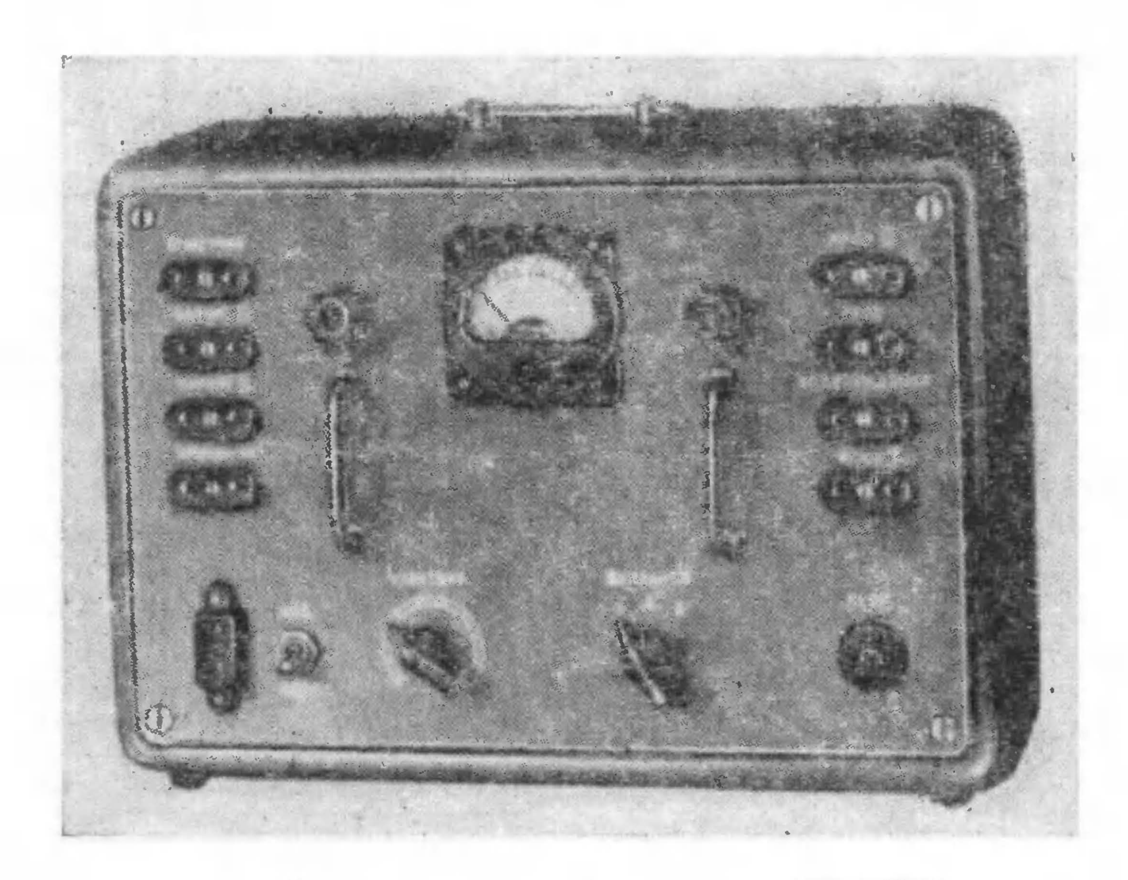


Рис. 26. Телехронорефлексометр ТХР-56М.

Конец отсчета времени наступит в момент замыкания контактной пары, подключенной к гнездам *«Ключ I»*. Тиратрон зажжется, а спусковая схема возвратится в исходное состояние.

В третьем варианте (например, при исследовании условных связей типа Ск—Сн) прибор запускается задним фронтом словесного сигнала, а останавливается — передним фронтом словесной реакции. Моментом окончания сигнала считают момент отпускания реле P_1. В этом случае схема работает следующим образом. Словесный сигнал после усиления и детектирования вызовет срабатывание реле P_1, контакты которого подключат для заряда конденсатор C_{13} к отрицательному напряжению, образуемому на сопротивлении R_9. После окончания сигнала реле P_1 возвратится в исходное состояние, а его контакты подключат отрицательно заряженную обкладку конденсатора C_{13} к сетке лампы $Л_3$. Далее произойдет запуск прибора, так же как во втором варианте. Остановка прибора словесной реакцией происходит так же, как в первом варианте. Вторичного запуска прибора концом ответной словесной реакции не произойдет, так как

[1] В дальнейшем под запуском прибора будет подразумеваться начало действия сигнала-раздражителя и ВИУ, а под остановкой прибора — прекращение его действия и выключение ВИУ.

на время ее действия цепь заряда конденсатора C_{13} разомкнута с помощью контактов реле P_2. В третьем варианте для исключения срабатывания ВИУ в промежутках между слогами слова или словами фразы предусмотрена задержка отпускания реле P_1, равная 0,2 *сек*.

Времяизмерительное устройство можно включать или выключать не только словом, но также началом или концом вдоха, глотания и др. Интенсивность звука словесного сигнала или словесной реакции регистрируется электроизмерительным прибором, шкала которого отградуирована в относительных единицах.

На передней панели прибора расположены все необходимые органы управления, гнезда для включения основного и дополнительного времяизмерительных устройств, приемника радиостанции (при радиотелеметрических исследованиях), осциллографа, электромагнитного отметчика, источников раздражения, контактных устройств, ларингофонов, разнообразных датчиков (в том числе датчиков, воспринимающих биопотенциалы мышц) и др.

Внешний вид прибора показан на рис. 26.

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока частотой 50 *гц* напряжением 220 или 127 *в*. Допустимые отклонения питающих напряжений от номиналов не должны превышать ±10%. Потребляемая мощность не более 65 *ва*.

в) Телехронорефлексометр ТХР-56 С-2

В описываемом телехронорефлексометре устранен ряд присущих прибору ТХР-56М недостатков, расширены возможности измерений и упрощена настройка и регулировка в процессе изготовления.

Преимущества ТХР-56 С-2 следующие:

1. Введена плавная регулировка чувствительности прибора по отношению к словесным (голосовым) сигналам и реакциям (запуск ВИУ словами, произнесенными шепотом).

2. Как и в последней модели прибора ТХР-56М обеспечена безынерционность (минуя промежуточное реле) запуска не только электросекундомера ПВ-53Л, но и более точных электронных ВИУ (например, МСК-2, МС-1 и др.).

3. Введена регулировка длительности задержки в третьем варианте работы (запуска ВИУ концом словесного сигнала, останова — началом словесной реакции). В некоторых случаях третий вариант работы прибора используется для более детального анализа отдельной словесной реакции или изучения некоторых параметров письменной, дыхательной и ряда других реакций, где требуется задержка меньшей величины, чем 0,2 *сек*, и даже полное отсутствие задержки. Наоборот, при других исследованиях время задержки можно увеличивать.

4. Исключена необходимость нажима на специальную кнопку («*Пуск*») перед каждым измерением в третьем варианте работы прибора.

5. Основной узел прибора, спусковое устройство, выполнен не на тиратроне, а на электронной лампе (двойном триоде).

Имеются также отличия схемного порядка и в других узлах прибора.

Принципиальная схема телехронорефлексометра ТХР-56 С-2 приведена на рис. 27.

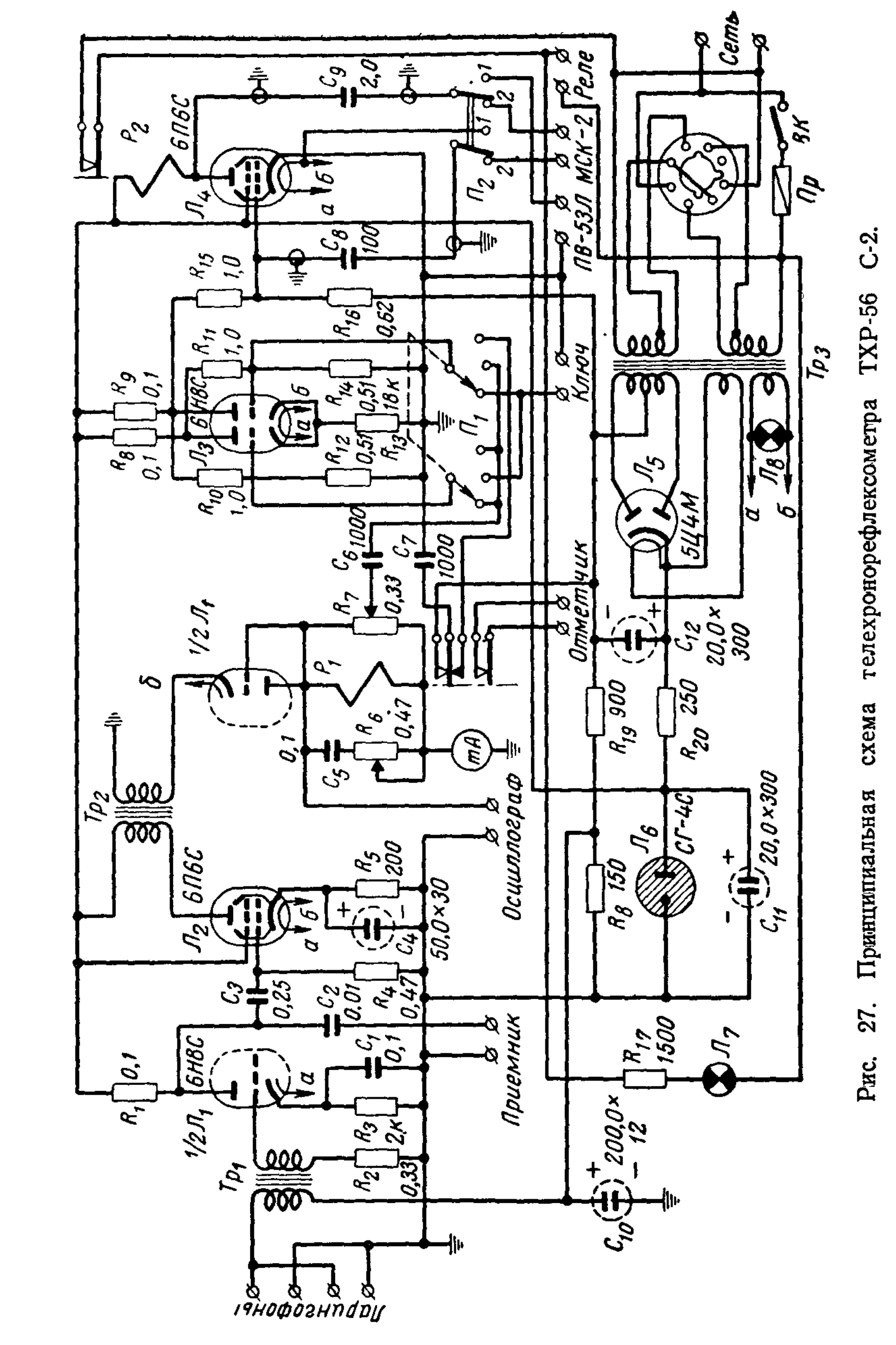


Рис. 27. Принципиальная схема телехронорефлексометра ТХР-56 С-2.

Прибор имеет три основных варианта работы, выбираемые переключателем $П_1$.

При первом варианте (Н—Сн) для запуска прибора достаточно мгновенного замыкания какой-либо контактной пары (например, ключа), которая подсоединяется к гнездам «*Ключ*» и замыкает цепь сетки правой половины лампы триггера $Л_3$ на корпус. Во включенном, но нерабочем состоянии прибора этот триод открыт. При замкнутой контактной паре напряжение на сетке будет отрицательным относительно катода и анодный ток правого триода будет равен нулю. В этом состоянии напряжение на аноде правого триода резко возрастет, поступит через сопротивление R_{15} на сетку лампы усилителя $Л_4$ и откроет его.

Лампа $Л_4$ в зависимости от используемого ВИУ работает в двух режимах. Если используется электросекундомер ПВ-53Л, то переключатель $П_2$ устанавливается в первое положение и лампа работает как усилитель колебаний промышленной частоты 50 *гц*. Если требуется более высокая точность измерения и для отсчета используется электронное ВИУ (МСК-2, МС-1 и др.), то переключатель $П_2$ устанавливают во второе положение и лампа $Л_4$ в этом случае служит электронным ключом, который соединяет цепь выхода задающего генератора электронного ВИУ с его пересчетной схемой.

Одновременно с включением ВИУ сработает реле $Р_2$, обмотка которого включена в анодную цепь лампы $Л_4$; его контакты, замыкаясь, подают на гнезда «*Реле*» сетевое напряжение для питания источника условного раздражителя.

Конец отсчета наступит тогда, когда произнесенное перед микрофоном (ларингофоном) слово испытуемого после усиления, детектирования и формирования своим передним фронтом возвратит спусковую схему в первоначальное состояние.

Работа по второму варианту (Сн—Н) происходит аналогично первому, только сигналы экспериментатора и испытуемого поступают на противоположные плечи спусковой схемы.

В третьем варианте (Ск—Сн) за время произнесения слова или фразы конденсатор C_7 с помощью реле P_1 подключается для заряда к цепочке сопротивлений $R_{18}R_{19}$. По окончании словесного сигнала реле обесточивается и подключает заряженный конденсатор минусом к сетке правого триода триггера; прибор при этом запускается. Ответный сигнал проходит так же, как в первом варианте.

Конструктивно прибор ТХР-56 С-2 оформлен аналогично прибору ТХР-56М.

Прибор питается от сети переменного тока частотой 50 *гц*, напряжением 220, 127 или 110 *в*. Допустимые отклонения напряжений от номиналов не должны превышать ±10%. Потребляемая мощность не более 70 *ва*.

г) Радиорефлексометры РРМ-59 и РРМ-59М

Радиорефлексометры РРМ-59 и РРМ-59М имеют перед телехронорефлексометрами следующие преимущества:

1. ВИУ (основное) не подключается к прибору, а представляет собой его неотъемлемую составную часть и выполнено в виде пересчетной схемы.
2. ВИУ имеет точность отсчета времени не менее 0,0005 *сек*.

3. Прибор работает бесшумно.
4. Включение сигналов безынерционное.
5. Запуск прибора не зависит от продолжительности замыкания контактного устройства.
6. Имеется специальный вариант работы прибора, предназначенный для измерения длительности «открытого» периода и скорости реакции. Этот же вариант может быть использован для измерения скоростного периода торможения начавшейся реакции.

Кроме того, в последней модели РРМ-59М имеется возможность *безынерционного* подключения дополнительных высокоточных измерителей времени (МСК-2, МС-1 и др.).

Основные части радиорефлексометров РРМ-59 и РРМ-59М следующие: пересчетная схема, задающий генератор, управляющая схема, микрофонный усилитель, детектор, два блока питания сигналов раздражения и два электромагнитных реле. Приборы отличаются друг от друга тем, что спусковая схема прибора РРМ-59 работает на тиратроне, а прибора РРМ-59М — на электронной лампе. Кроме того, прибор РРМ-59М имеет переменную регулируемую задержку времени для варианта работы Ск—Сн; блок его питания выполнен на полупроводниковых диодах (вместо кенотрона в РРМ-59).

Принципиальная схема радиорефлексометра РРМ-59М приведена на рис. 28 (некоторые узлы изображены условно).

В приборе предусмотрено пять вариантов работы, осуществляемые переключателем $П_1$. Управляющая схема прибора собрана на лампах $Л_1$ и $Л_2$. В исходном состоянии для всех вариантов правая половина лампы $Л_1$ триггера отперта, а лампа $Л_2$ — заперта вследствие некоторой несимметрии схемы.

При поступлении на управляющую схему запускающего импульса триггер «опрокидывается», лампа $Л_2$ усиливает поступающее на ее вход переменное напряжение задающего генератора *4* и пересчетная схема начнет отсчет времени. Ответный сигнал испытуемого возвращает управляющую схему в исходное состояние — пересчетная схема прекращает отсчет времени.

Одновременно с включением ВИУ при первом «опрокидывании» триггера положительный импульс с анода правой половины его лампы поступает на блок питания раздражителей для их включения. Блок включения раздражителей собран на лампах $Л_5$—$Л_3$.

Непосредственное воздействие запускающих сигналов на триггер в некоторых вариантах работы приводит к невозможности возвращения его в исходное состояние до окончания действия этих сигналов, что исключает возможность измерения очень коротких промежутков времени. Чтобы этого не происходило, во всех вариантах работы прибора для «опрокидывания» триггера управляющей схемы (для запуска прибора) используется импульс, получаемый от специального запускающего триггера, работающего на лампе $Л_3$.

В первом варианте (Н—Н) достаточно мгновенного замыкания контактной пары, подключенной через гнезда «*Ключ I*» в цепь сетки лампы триггера $Л_3$, чтобы «опрокинуть» этот триггер и вместе с ним триггер управляющей схемы. Для возвращения схемы в исходное состояние достаточно мгновенного замыкания контактной пары, подключенной через гнезда «*Ключ II*» в цепь сетки лампы $Л_1$.

Второй вариант (Н—Сн) отличается от первого лишь способом возвращения схемы в исходное состояние. Положительный импульс, соответствующий началу произнесенного испытуемым слова, под-

Рис. 28. Принципиальная схема радиорефлексометра РРМ-59М.

1 — каскады формирования импульсов; *2* — пересчетная схема; *3* — счетчик импульсов; *4* — задающий генератор; *5* — буферный каскад; *6* — генератор синхронизирующих импульсов; *7* — усилитель звуковой частоты и детектор; *8* — блок питания прибора.

жигает тиратрон $Л_4$, с анода которого импульс отрицательной полярности подается на левую (отпертую) половину лампы триггера управляющей схемы, возвращая ее в исходное состояние.

В третьем варианте (Сн—Н) запускающий импульс, соответствующий началу произнесенного словесного сигнала, так же, как во втором варианте, поджигает тиратрон $Л_4$. Снимаемый с его анода отрицательный импульс используется для «опрокидывания» запускающего триггера, а следовательно, и триггера управляющей схемы. Возвращение схемы в исходное состояние происходит так же, как в первом варианте.

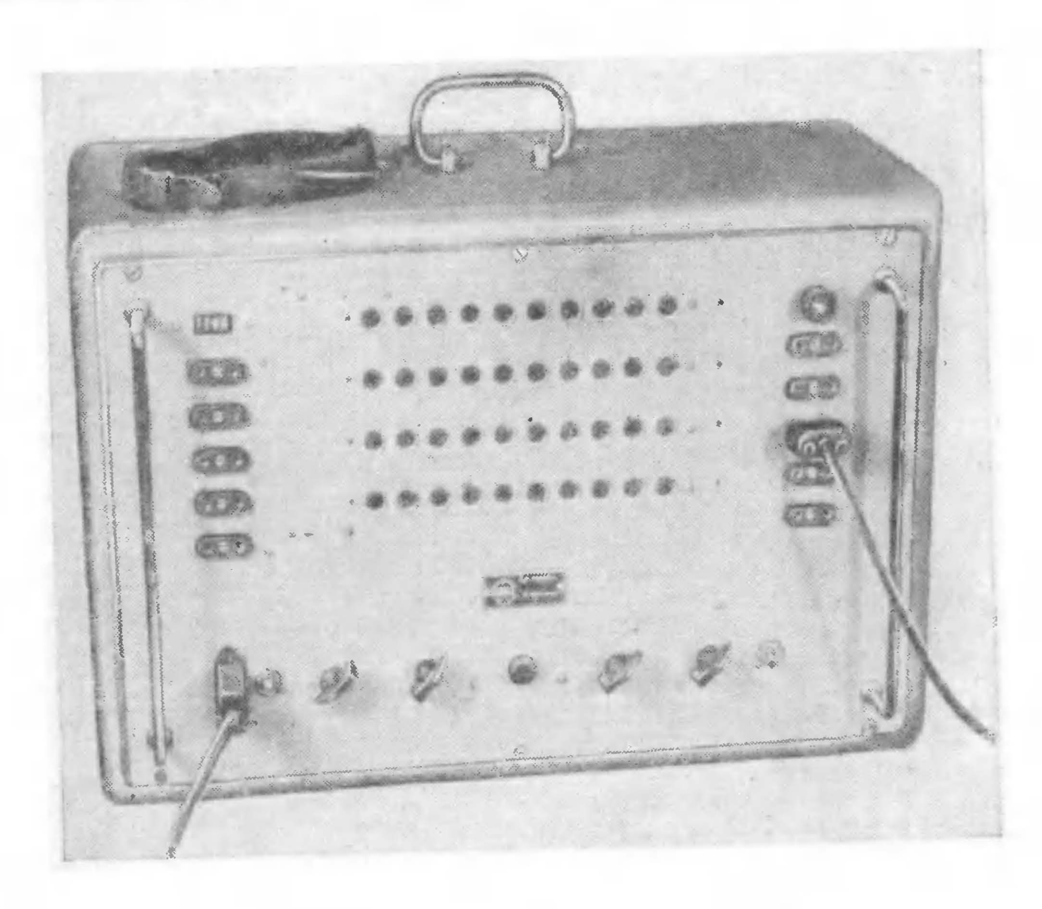


Рис. 29. Радиорефлексометр РРМ-59.

В четвертом варианте (Ск—Сн) за время произнесения слова или фразы конденсатор C_7 заряжается от источника отрицательного напряжения до тех пор, пока притянут якорь реле P_1. По окончании словесного сигнала реле обесточивается, подключая заряженный конденсатор к сетке левой половины лампы $Л_3$, и тем самым «опрокидывает» запускающий триггер. Ответный словесный сигнал вновь заставляет сработать реле P_1, которое своими контактами подключает предварительно заряженный от отрицательного напряжения конденсатор C_6 к сетке левой (отпертой) половины лампы $Л_1$ триггера управляющей схемы.

В этом варианте повторный запуск прибора в конце того слова, началом которого он остановлен, исключен, так как триггер на лампе $Л_3$, «опрокинутый» в конце первого слова, еще не возвращен в свое прежнее состояние.

В пятом варианте (Сн—к) прибор запускается в начале произнесенного слова, когда предварительно заряженный отрицательным напряжением конденсатор C_6 с помощью реле P_1 подключается к сетке левой (отпертой) половины лампы триггера $Л_3$ и «опрокидывает» его. В конце слова (когда реле P_1 обесточится) конденсатор C_7, заряженный отрицательным напряжением за время произнесения слова, подключится к сетке левой (отпертой) половины лампы тригге-

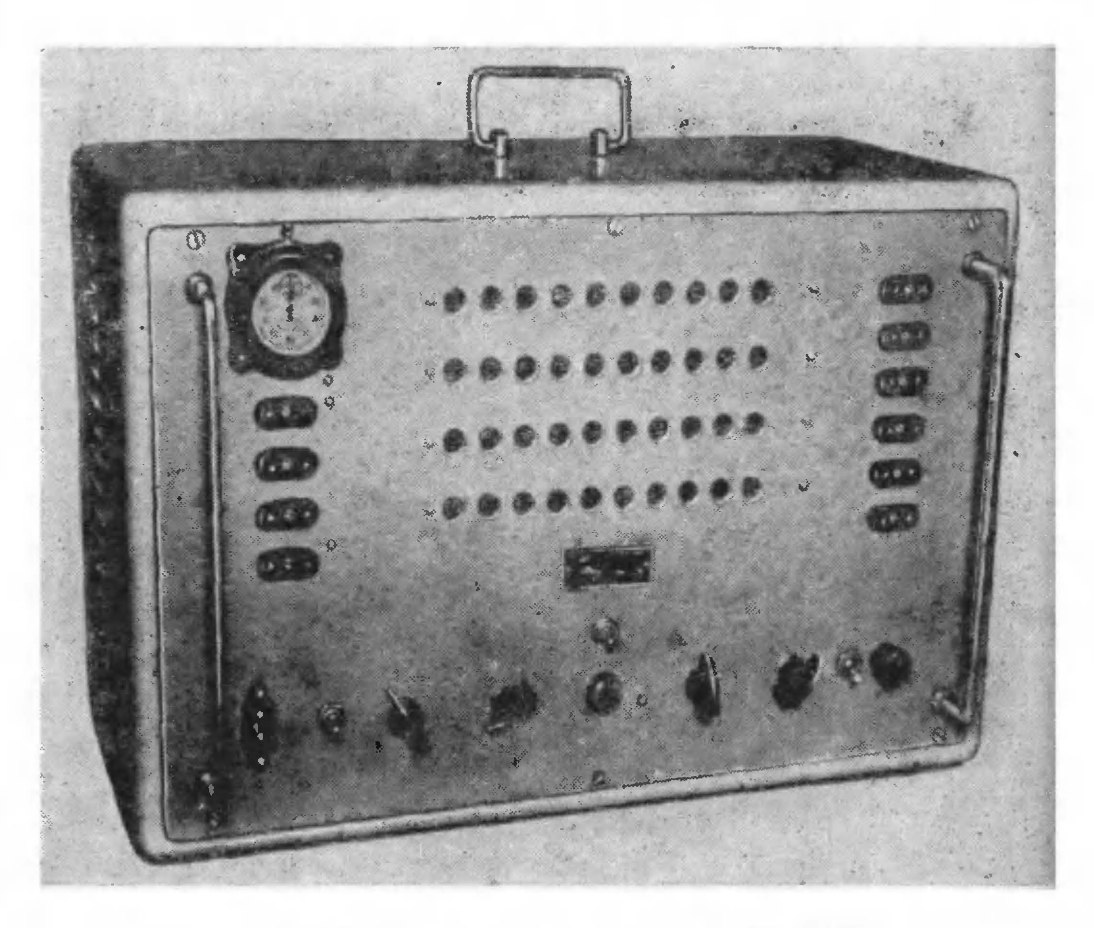


Рис. 30. Радиорефлексометр РРМ-59М.

ра управляющей схемы и возвратит ее в исходное состояние.

Приведение схемы радиорефлексометра в исходное состояние и сброс прежних показаний пересчетной схемы на нуль происходит нажатием на кнопку *Кн*. Для увеличения числа ее коммутационных контактов можно применить электронное реле.

Конструктивно радиорефлексометры оформлены в виде настольных конструкций (рис. 29 и 30).

Приборы питаются от сети переменного тока частотой 50 *гц* напряжением 220 или 127 *в*. Допустимые отклонения питающих напряжений от номиналов не должны превышать +5—10%. Потребляемая мощность порядка 150 *ва*.

д) Радиорефлексометр РРМ-62

Прибор РРМ-62 наряду со всеми возможностями, которые имеет радиорефлексометр РРМ-59М, позволяет измерять скрытый и открытый периоды усиления биоэлектрической активности мышц, реагирующих на тот или иной раздражитель в процессе протекания условной и безусловной реакции.

Как известно, такое усиление биоэлектрической активности несколько предшествует видимому сокращению мышцы (например, движение конечности, грудной клетки или губ) и продолжается в течение всего периода ее сокращения. Для кратности это усиление биоэлектрической активности будем называть биоэлектрическим компонентом реакции.

В зависимости от задач исследования определение временных характеристик биоэлектрического компонента может быть единственным объектом исследования или осуществляется параллельно с временным анализом соответствующей непосредственной, например двигательной, реакции. Кроме того, прибор РРМ-62 позволяет определять разность между скрытыми периодами той или иной реакции и ее биоэлектрического компонента без предварительного измерения абсолютных величин этих скрытых периодов.

Прибор создан на базе радиорефлексометра РРМ-59М с добавлением пятикаскадного усилителя, датчиков биопотенциалов мышц и коммутирующего устройства, позволяющего автоматически включать или выключать ВИУ синхронно с началом или концом биоэлектрического компонента реакции (путем поступления усиленного сигнала биотоков мышцы на электронный ключ). Напряжение на выходе усилителя биопотенциалов регулируется.

Принцип устройства усилителя биопотенциалов мышц рассмотрен выше (гл. 2).

Исследование биоэлектрического компонента реакции можно проводить в четырех из пяти положений переключателя вариантов работы (2—5) радиорефлексометра. В этом случае электрический сигнал, соответствующий усилению мышечной активности, воздействует на схему так же, как и словесный сигнал или ответная словесная реакция, произнесенные перед микрофоном (ларингофоном).

Выход усилителя биопотенциалов подключен ко входу микрофонного усилителя (к первичной обмотке трансформатора).

Если одновременно проводится исследование словесной реакции и ее биэлектрического компонента, то нагрузкой последнего каскада (катодного повторителя) усилителя биопотенциалов будут первичная обмотка микрофонного трансформатора и микрофон (ларингофон).

е) Радиорефлексометр РРМ-Ц

Радиорефлексометр РРМ-Ц, обладая всеми возможностями вышеописанных радиорефлексометров, имеет перед ним ряд преимуществ, из которых самое важное состоит в возможности автоматического исследования многоэлементных цепных реакций (двигательных, словесных, дыхательных, комбинированных), а также цепных биопотенциальных компонентов этих реакций. Число элементов реакции не ограничивается.

Для прибора РРМ-Ц предусмотрено два канала регистрации, в частности два ВИУ, способных работать не только независимо друг от друга (параллельно), но и во взаимосвязи друг с другом. Эта взаимосвязь может выражаться в том, что остановка первого ВИУ автоматически и практически безынерционно приводит к запуску второго ВИУ, остановка последнего — к запуску первого и т. д.

РРМ-Ц снабжен фотоприставкой, регистрирующей на фотопленке результаты измерений. Одна фотоприставка обслуживает оба канала и автоматически срабатывает каждый раз после остановки одного из ВИУ; при этом на одной и той же пленке регистрируются показания обоих ВИУ.

Предусмотрена схема автоматического сброса показаний (сразу после их регистрации на пленку) и приведения прибора в исходное состояние для новых измерений.

Наряду с непрерывной (цепной) фоторегистрацией возможна и одиночная.

Основные узлы прибора: задающий генератор, две пересчетные схемы, микрофонный усилитель, детектор, электромагнитные реле, блок питания раздражителей, система автоматики и фоторегистрирующая приставка.

Принципиальная схема радиорефлексометра РРМ-Ц приведена на рис. 31 (некоторые узлы изображены условно).

Управляющая схема каждого из каналов РРМ-Ц (лампы $Л_2$, $Л_3$ и $Л_5$, $Л_6$) аналогична подобным узлам приборов РРМ-59М и ТХР-56 С-2. Запускающий триггер (один на оба канала) работает на лампе $Л_4$.

Выбор последовательной или параллельной работы ВИУ производится переключателем $П_1$.

При последовательной работе ВИУ сигнал запускающего триггера воздействует на управляющую схему первого канала измерения, а при параллельной работе — одновременно на управляющие схемы обоих каналов. В первом случае остановка работающего ВИУ, связанная с возвращением его управляющей схемы в исходное состояние и возникновением в ней импульса напряжения, вызывает опрокидывание триггера управляющей схемы другого (неработающего) ВИУ. В другом случае ВИУ останавливаются независимо друг от друга.

Прибор имеет шесть основных вариантов работы для исследования как одиночных, так и цепных реакций типа Н—Н, Н—Сн, Сн—Н, Ск—Сн, Сн—Сн, Сн—к.

Описание вариантов дается применительно к одному, например, первому каналу измерения.

Первый вариант вне зависимости от положения переключателя $П_2$ осуществляется таким же образом, как в приборе РРМ-59М.

При первом положении переключателя $П_2$ запуск прибора ничем не отличается от запуска в предыдущем варианте, а остановка производится импульсом, соответствующим началу произнесенного перед микрофоном (ларингофоном) слова и воздействующим непосредственно на триггер управляющей схемы (как в приборе ТХР-56 С-2). Этот импульс, снимаемый в отрицательной полярности с нагрузки детектора, поступает на левую половину лампы $Л_2$ управляющей схемы первого канала и возвращает ее в исходное состояние.

При втором положении переключателя $П_2$ работа прибора отличается от предыдущего варианта обратным порядком прохождения запускающего и ответного сигналов. В этом случае отрицательный импульс, соответствующий началу произнесенного слова, «опрокидывает» спусковое устройство управляющей схемы с помощью запускающего триггера. Остановка производится контактной парой подключаемой через гнезда «*Ключ II*» к сетке лампы триггера управляющей схемы работающего канала.

При третьем положении переключателя $П_2$ прибор запускается концом произнесенного слова так же, как в радиорефлексометре РРМ-59М, а остановка — началом слова.

При четвертом положении переключателя $П_2$ прибор запускается так же, как при втором положении переключателя $П_2$ (началом слова), а остановка — началом очередного произнесенного слова.

Так как запускающие сигналы и ответные словесные реакции проходят по одним и тем же элементам схемы (микрофонный усилитель и детектор), то для их различия во время паузы между ними происходит коммутация с помощью реле P_1 и P_2. Импульс, соответствующий началу произнесенного слова, воздействует на управляющую схему первого канала через запускающий триггер, а импульс, соответствующий началу ответной словесной реакции, воздействует на ту же схему непосредственно. Другими словами, запуск ВИУ осуществляется так же, как в третьем варианте, а остановка, как во втором варианте.

Работа в шестом варианте Сн—к (пятое положение переключателя $П_2$) ничем не отличается от работы прибора РРМ-59М в соответствующем варианте.

Система автоматики прибора собрана на электромагнитных реле P_4—P_9.

В начале отсчета времени, например, первым ВИУ срабатывает реле P_4, через контакты которого заряжается конденсатор C_{17}. По окончании отсчета реле возвратится в исходное положение, а заряженный конденсатор подключится параллельно обмотке реле P_5, являясь для него источником питания. Это приведет к импульсному срабатыванию упомянутого реле, через контакты которого замкнется цепь питания фоторегистратора — киноаппарата с покадровой протяжкой ленты. Произойдет фотографирование показаний ВИУ. Одновременно будут подготовлены условия (заряд конденсатора C_{13}) для включения реле P_6 и сброса с помощью его контактов прежних показаний ВИУ.

Описанный процесс авторегистрации и приведения измерительного канала в исходное состояние происходит таким же образом и при работе другого канала.

Нетрудно заметить, что время, затрачиваемое электромеханической системой на фоторегистрацию и возвращение схемы в исходное состояние, не входит в результат измерения, так как измерительную функцию в это время несет другой канал.

При изучении двухэлементных цепных реакций нет необходимости в автоматической регистрации показаний. Для визуального наблюдения за показаниями ВИУ предусмотрено отключение системы автоматики (переключатель $П_3$).

Пересчетные схемы обоих каналов собраны на декатронах. В каждом канале применяются декатроны ОГ-3 и ОГ-4, на выходе декатронов ОГ-4 включены счетчики импульсов, отсчитывающие целые секунды.

В приборе предусмотрена возможность подключения приставки (усилителя биопотенциалов) для измерения цепных биоэлектрических компонентов цепной реакции. Приставка соединяется с прибором при помощи соединительного кабеля и включается в его комплект.

Рис. 31. Прииципиальная схема радяорефлексометра РРМ-Ц.

1, 3 — пересчетные схемы; *2, 4* — счетчики импульсов; *5* — блок питания, *6, 7* — блокн питання раздражителей; *8* — уснлнтель звуковой частоты; *9* — детектор

Конструктивно радиорефлексометр РРМ-Ц оформлен в виде настольной переносной конструкции и отдельных приставок к нему.

Прибор питается от сети переменного тока частотой 50 *гц*, напряжением 220 или 127 *в*. Допустимые отклонения питающих напряжений от номиналов не должны превышать ±10%. Потребляемая мощность порядка 160 *вт*.

7. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕРЕСЧЕТНЫХ ПРИБОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КОМПЛЕКСЕ С ТЕЛЕ- И РАДИОРЕФЛЕКСОМЕТРАМИ

Как уже упоминалось, к числу промышленных электронных измерителей времени, могущих быть примененными в комплексе с теле- и радиорефлексометрами (путем безынерционного подключения), относятся электронные миллисекундомеры ЭМС-54, МС-1 и МСК-2, а также пересчетные приборы ПС-20, ПС-100, ПП-6, ПС-5М и другие. При этом, некоторые из перечисленных приборов, не имеющие собственного задающего генератора, модернизируются с учетом работы их с внешним источником стабилизированных колебаний.

Укомплектование теле- и радиорефлексометров прибором ЭМС-54 (первым отечественным серийным электронным секундомером) в настоящее время нельзя признать целесообразным, так как этот измеритель времени во всех отношениях уступает новейшим отечественным пересчетным приборам. Основанный на принципе накопления заряда, он отличается недостаточной точностью. Наибольший диапазон измерений равен 0,25 *сек*. Электронный миллисекундомер МС-1 достаточно широко освещен в печати и в настоящей книге не рассматривается.

Для исследований, не нуждающихся в высокой точности, но требующих широкого диапазона измерений (более 1 *сек*), предпочтительней применение электросекундомера ПВ-53Л.

Прибор МСК-2 выпускался лишь в виде опытных промышленных экземпляров. В серийном производстве он представлен (в несколько модернизированном виде) как неотъемлемая часть радиорефлексометров РРМ-59 и РРМ-59М. Выше мы уже дали подробную характеристику элементам и возможностям этого ВИУ. Поэтому ограничимся лишь характеристикой пересчетных приборов ПС-20, ПС-100, ПП-6 и ПС-5М, которые следует признать весьма подходящими и перспективными для рассматриваемой цели.

а) Пересчетный прибор ПС-20

Внешний вид прибора изображен на рис. 32. Предназначен для счета периодических и непериодических импульсов. Емкость счета 10^6 импульсов. Система счета десятичная с прямым отсчетом показаний. Скорость счета периодических импульсов не ниже 15 *кгц*. Чувствительность к импульсам положительной полярности не хуже 5 *в*; к импульсам отрицательной полярности — не хуже 3 *в* при фронте входных импульсов не более 5 *мксек* и средней скорости счета до 10 000 *имп/сек*. Длительность входных импульсов может меняться от 0,1 до 5 *мксек* для положительных импульсов, поступающих на вход прибора, и от 1 *мксек* до 5 *мсек* для отрицательных импульсов. Максимальный входной сигнал как положительных, так и отрицательных импульсов 70 *в*. Предусмотрена возможность последовательной и параллельной работы двух пересчетных приборов ПС-20 (второй прибор подключается к гнезду «Выход» на задней панели первого прибора).

Пересчетное устройство собрано на шести декатронах. В схеме применены декатроны ОГ-3 и ОГ-4. Первым после входного устройства применен декатрон ОГ-3, имеющий максимальную скорость счета около 20 000 *имп/сек*, последующие пять декатронов ОГ-4 имеют максимальную скорость счета около 2 000 *имп/сек*.

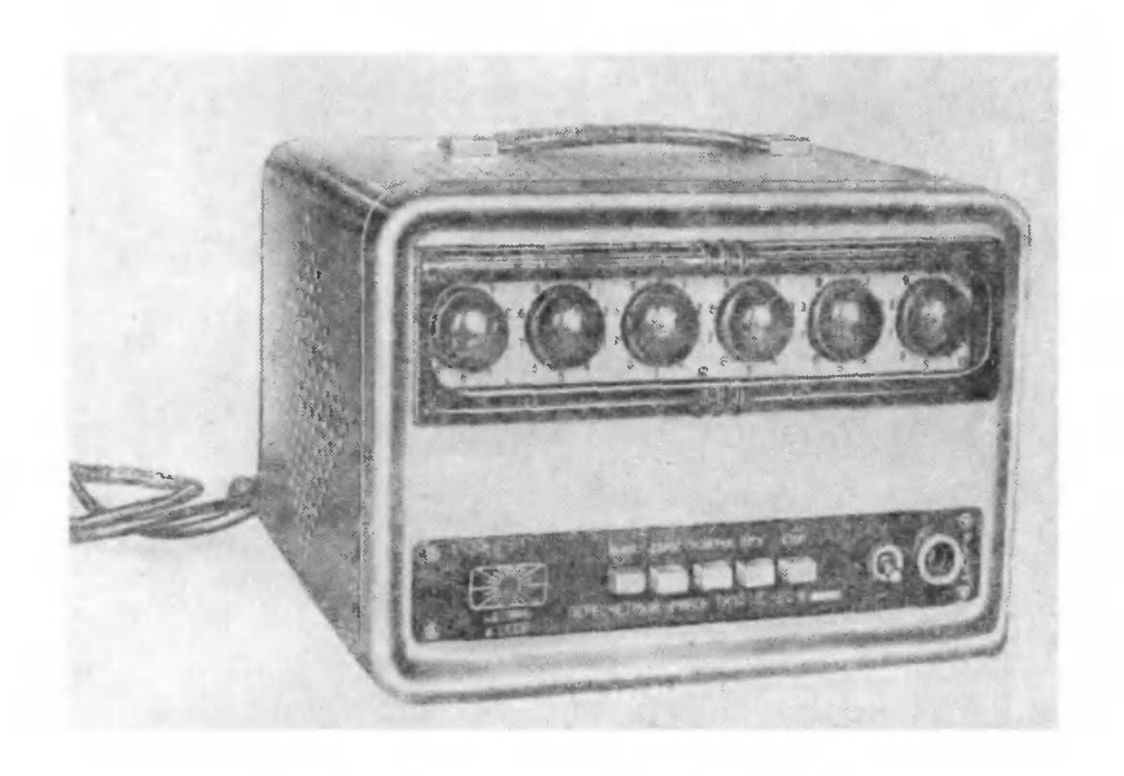


Рис. 32. Пересчетный прибор ПС-20.

Прибор рассчитан на питание от сети переменного тока частотой 50 *гц*, напряжением 110, 127 или 220 *в* с допустимым отклонением ±10%. Потребляемая мощность составляет 80 *ва*.

б) Пересчетный прибор ПС-100

Внешний вид пересчетного прибора ПС-100 изображен на рис. 33. Прибор предназначен для счета периодических и непериодических импульсов. Емкость счета 10^5 импульсов. Разрешающее время 10 *мксек*. Система счета десятичная с прямым отсчетом показаний. Прибор работает от импульсов положительной полярности амплитудой от 5 до 70 *в* и отрицательной полярности амплитудой от 3 до 70 *в*.

Предусмотрена возможность параллельной и последовательной работы двух приборов; имеется фишка для подключения внешней нагрузки.

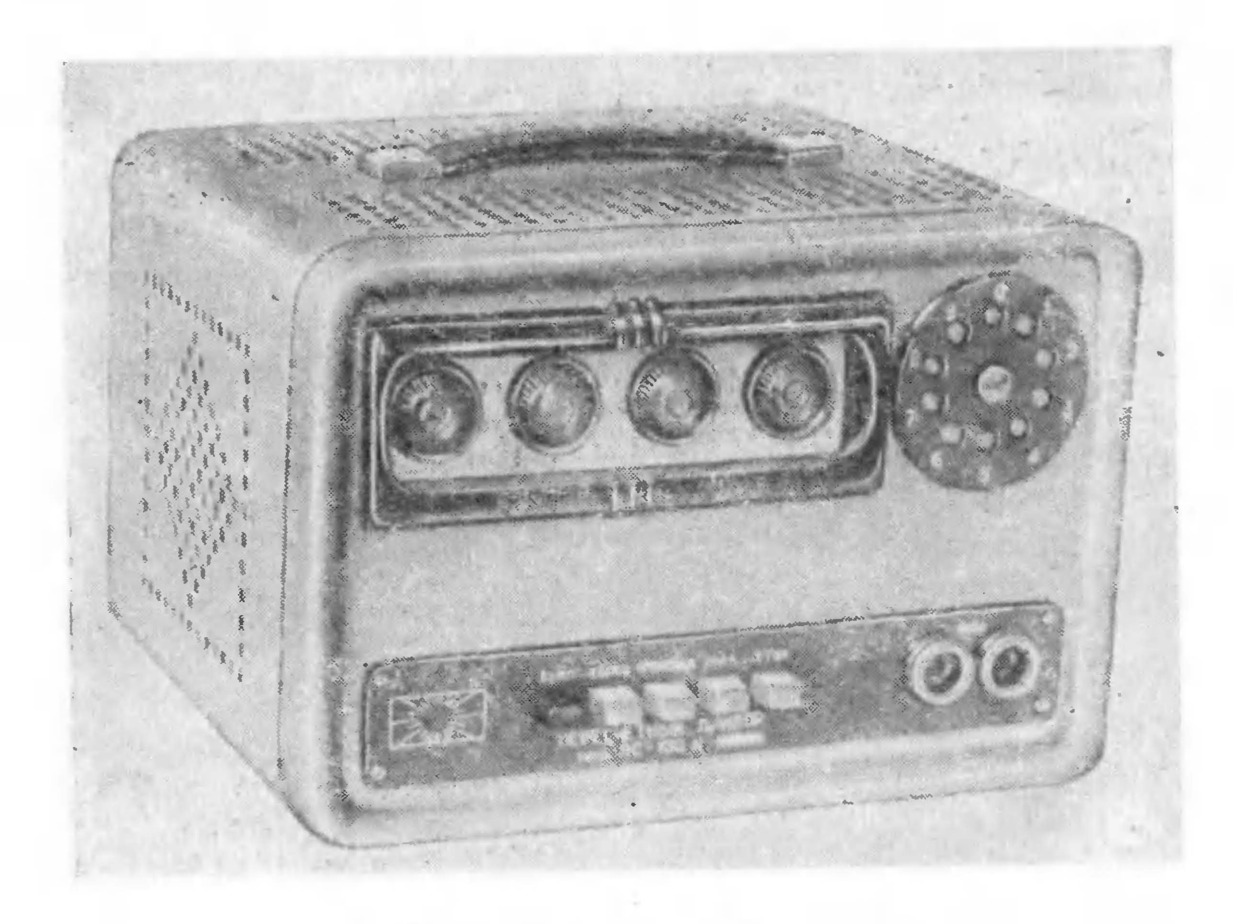


Рис. 33. Пересчетный прибор ПС-100.

Прибор рассчитан на питание от сети переменного тока частотой 50 *гц* и напряжением 110, 127 или 220 *в* с допустимым отклонением ±10%.

в) Пересчетный прибор ПП-6

Этот пересчетный прибор хотя значительно превосходит по стоимости и габаритам пересчетные приборы ПС-20 и ПС-100, но зато обладает некоторыми дополнительными возможностями, ценными для отдельных рефлексометрических методик.

Предназначен для счета и регистрации импульсов, случайно распределенных во времени, а также для счета и регистрации периодических импульсов. В одном корпусе объединены две пересчетные схемы, одна из которых специально предназначена для счета импульсов (емкость счета $4 \cdot 10^6$ *сек*), а вторая — для измерения интервалов времени (емкость счета $4 \cdot 10^8$ импульсов). При необходимости первая пересчетная схема тоже может быть использована как ВИУ. Система счета десятичная с прямым отсчетом показаний.

Разрешающее время 1,5 *мксек*. Наибольшая скорость счета не менее 750 000 *имп/сек*. Чувствительность прибора к импульсам положительной и отрицательной полярности не хуже 2 *в*. Наибольшая амплитуда входных импульсов 70 *в*. Длительность входных импульсов в пределах от 0,5 до 10 *мксек*.

В приборе предусмотрена возможность автоматической поочередной работы двух пересчетных приборов. При этом пуск и остановка приборов осуществляется автоматически как после набора

определенного числа импульсов, так и по истечении определенного времени. Обеспечена возможность пуска и остановки прибора внешним импульсом.

Прибор рассчитан на питание от сети переменного тока частотой 50 *гц* и напряжением 110, 127 или 220 *в* с допустимым отклонением ±10%.

г) Пересчетная установка ПС-5М

Внешний вид пересчетной установки ПС-5М изображен на рис. 34. Установка по своим возможностям и конструкции имеет много общего с пересчетным прибором ПП-6.

Установка предназначена для счета периодических и непериодических импульсов. В одном корпусе объединены две пересчетные

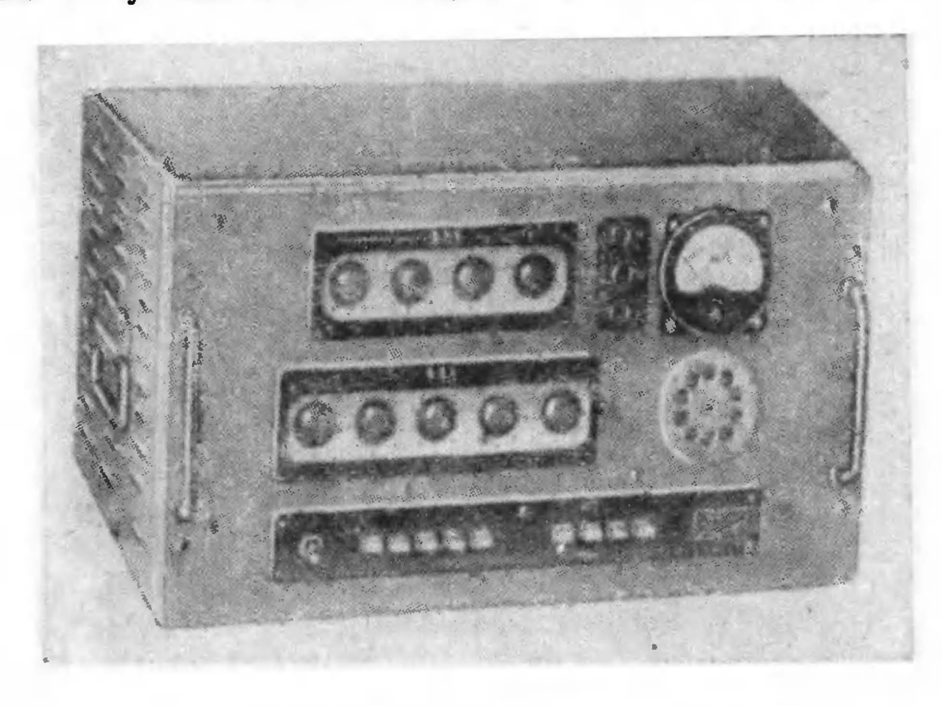


Рис. 34. Пересчетная установка ПС-5М.

схемы: для счета импульсов и для измерения интервалов времени.

Разрешающее время пересчетной установки не хуже 10 *мксек*. Емкость счета 10^6 импульсов. Система счета десятичная с прямым отсчетом показаний (показания отсчитывают по неоновым лампочкам и декатронам). Пересчетная установка работает от импульсов длительностью 0,1—10 *мксек* при амплитудах: 5—70 *в* положительной полярности и 3—100 *в* отрицательной полярности. В приборе предусмотрена возможность автоматической остановки счета по набору заданного количества импульсов или по заданному времени. В устройство входит измеритель средней частоты импульсов. Остановка электронного секундомера возможна по истечении интервала времени 10, 100 и 1 000 *сек*. Точность измерения времени не хуже 0,5%.

Мощность, потребляемая установкой, 190 *ва*.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

РАДИОРЕФЛЕКСОМЕТРИЯ

8. РЕГИСТРАЦИЯ ПО РАДИО ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕФЛЕКСОВ

Замечательные достижения советской космической медицины в области регистрации по радио некоторых физиологических функций получили широкое признание.

В настоящее время этот метод все чаще применяется в исследованиях по физиологии труда и спорта, а также при клинико-физиологических исследованиях (И. Т. Акулиничев, Р. М. Баевский, Л. П. Шуватов, В. В. Розенблат, С. П. Сарычев, Е. Б. Бабский, А. М. Сорин, Т. Е. Тимофеева и др.).

Радиорефлексометрия уже теперь представлена рядом новых методических приемов и возможностей, основанных на применении достижений радиоэлектроники. Среди них особое место занимает временной анализ рефлексов в условиях радиосвязи между экспериментатором и объектом исследования.

Пионерами применения радиотелеметрической регистрации физиологических функций и, в частности, рефлексов были покойный советский физиолог А. А. Ющенко и инженер Л. А. Чернавкин (1931), на несколько десятилетий опередившие в этом направлении ученых капиталистических стран.

В настоящее время для экспериментов применяется обычный теле- или радиорефлексометр без каких-либо изменений с двумя приемопередатчиками: один для экспериментатора (подключается к радиорефлексометру), а второй для испытуемого.

Таким образом, одна из особенностей теле- и радиорефлексометров как радиотелеметрических приборов состоит в том, что приемопередатчик экспериментатора не является неотъемлемой составной частью этих радиорефлексометров. Это, несомненно, выгодно, так как в зависимости от характера исследований и расстояния между экспериментатором и испытуемым могут быть применены различные приемопередатчики, начиная от маломощных портативных радиотелефонов с фиксированной волной (для клинико-физиологических экспериментов, для наблюдения в пределах стадиона и т. д.) до мощных (при необходимости исследовать человека, летящего на самолете, может быть использована радиолиния, обслуживающая полет, состоящая из наземной и самолетной радиостанций).

Для работы с прибором, особенно при исследовании словесных реакций, желательна радиолиния с дуплексной связью.

Выход приемника экспериментатора подключается к гнездам «Приемник» теле- или радиорефлексометра, т. е. на вход второго каскада усилителя, и регулятором громкости устанавливается уровень, соответствующий чувствительности радиорефлексометра.

В остальном экспериментатор действует так же, как в проводном варианте. Практика подтвердила хорошую помехоустойчивость приборов ТХР-56М и РРМ-59.

9. НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ И РАЗВИТИЕМ РАДИОРЕФЛЕКСОМЕТРОВ

Описанные приборы в основном отвечают тем современным требованиям к рефлексометрии, которые были сформулированы в начале книги.

Нельзя не отметить, что радиорефлексометры, особенно последней конструкции, представляют собой довольно универсальные приборы и в этом отношении превосходят зарубежные установки для измерения рефлексов. Радиорефлексометры служат для исследования разнообразных безусловных и условных рефлексов на контактные, дистантные и словесные раздражители и для точного определения скоростей различных нейрофизиологических процессов. Например, при изучении высшей нервной деятельности теле- и радиорефлексометры позволяют исследовать у человека и животных не только словесные (голосовые), двигательные и дыхательные рефлексы в различных сочетаниях, но и электрооборонительные, мигательные, глотательные, сердечно-сосудистые и другие реакции. При этом учтены интересы большинства распространенных методик изучения высшей нервной деятельности, подчас отличающиеся противоречивыми требованиями к аппаратуре.

Возможность управлять ВИУ радиорефлексометра замыканием и а м г н о в е н и е контактных пар, подключением напряжения, различными воздействиями на ларингофон, микрофон и другие датчики (прикосновением, звуковым давлением, вибрацией, действием воздушной струи), а также возможность автоматически включать ВИУ не только началом, но и концом перечисленных процессов, точно определять их продолжительность — «открытый период» — все это позволило (в ряде случаев без специального усовершенствования) применить радиорефлексометры для решения ряда важных задач рефлексометрии.

К ним относятся:

измерение не только положительной, но и тормозной реакции, в частности скрытого периода торможения начавшейся реакции (двигательной, дыхательной, голосовой и др.);[1]

хронометрия не только двигательных цепных рефлексов, но также словесных, дыхательных, словесно-двигательных, двигательно-дыхательных и других разноэлементных цепных реакций;

исследование письменных реакций;

проведение соотносительных исследований двух одновременно или последовательно протекающих однотипных или разнотипных реакций (двигательной и словесной; словесной и дыхательной), какой-либо реакции и ее биоэлектрического или дыхательного компонента; получение в необходимых случаях немедленной информации о разности соответствующих временных характеристик (без предварительного измерения абсолютных величин);

соотносительные исследования двух компонентов одной реакции, например скрытых периодов таких компонентов словесной

---

[1] О. Я. Боксером и С. Н. Кузнецовым (1963) сконструирован специальный прибор, позволяющий измерять скрытый период активного торможения двигательной реакции в условиях, когда движущаяся конечность произвольно скоординирована, может ничего не касаться, двигаться в любой плоскости и в любом направлении.

(голосовой) реакции, как двигательной (движение челюстью) и звуковой;

определение скорости распространения импульса в центральной нервной системе;

автоматический временной анализ компонентов словесной реакции, записанной магнитофоном;

хронометрия двигательных и дыхательных реакций пловца;

определение при изучении дыхательных реакций человека, пользующегося кислородным прибором (и другими аналогичными устройствами), разности между моментом срабатывания того или иного клапана и началом дыхательной реакции — положительной (вдох—выдох) или тормозной (задержка дыхания);

определение при исследовании дыхательной реакции разности между началом движения грудной клетки и началом изменения давления воздуха на уровне рта.

Следует также упомянуть об эффективности использования радиорефлексометров для некоторых современных направлений исследования, не имеющих прямого отношения к изучению рефлексов Сюда, например, относятся:

измерение интервалов между различными периодическими и случайно распределенными во времени биологическими импульсами (в частности, интервала между пульсовыми ударами);

определение скорости и продолжительности различных биологических процессов, могущих в прямом или преобразованном виде восприниматься датчиками радиорефлексометра (например, скорости пульсовой волны),

мгновенное определение интервала между дискретными элементами любого ритмического раздражителя (например, интервала между зрительными раздражителями в момент наступления у испытуемого феномена слияния мельканий).

Имеется возможность включить или выключить любой электрический исполнительный механизм началом или концом любого слова (фразы) или обеспечить работу этого механизма в период словесной реакции. Есть и другие возможности.

* *
*

При дальнейшем совершенствовании и развитии приборов рассматриваемого типа новые методические приемы и возможности можно не только расширить, но и осуществлять на более высоком техническом уровне, соответствующем быстрому прогрессу радиоэлектроники

Увеличение чувствительности и разнообразия применяемых датчиков, ассортимента безынерционно подключаемых источников сигналов, возможность визуального измерения многоэлементных цепных реакций, увеличение объема радиотелеметрической информации о состоянии рефлексов — все это лишь небольшая часть перспективных направлений для творческой работы Несомненно, желательно более широкое применение полупроводников

В будущем, очевидно, следует стремиться к объединению радиорефлексометра с электронным осциллографом с большой разрешающей способностью экрана.

В интересах изучения качественных акустических особенностей словесной реакции весьма перспективно сочетание радиорефлексометров с видеографами и им подобными приборами (анализаторы, спектрографы), позволяющими представлять трехмерное изображение речевого сигнала на экране электронно-лучевой трубки и фиксировать его на кинопленке или электрочувствительной бумаге, а также наблюдать временные огибающие речевого сигнала (М. А. Сапожков, 1963).

Особо рассматривая вопрос о конструировании универсального рефлексометра, мы вместе с тем считаем актуальным и дальнейшее развитие простых так называемых «карманных» хронорефлексометров, удобных для рефлексометрии в условиях производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беннер Е., Электронные измерительные приборы, Машгиз, 1961.
2. Боксер О. Я., Клевцов М. И., Радиорефлексометрия, Медгиз, М., 1963.
3. Боксер О. Я., Клевцов М. И., Раднорефлексометр, Авт. свид. № 129283, 1959. Бюллетень изобретений № 12, 1960.
4. Боксер О. Я., Клевцов М. И., Телехронорефлексометр, «Радио», № 5, 1961, стр. 51.
5. Завельский Ф. С., Время и его измерение, Гостехиздат, 1955.
6. Енютин В. Б., Никулин С. М., Спусковые устройства, Госэнергоиздат, 1957.
7. Липкин В. М., Декатроны и их применение, Госэнергоиздат, 1960.
8. Кораблев Л. Н., Новые применения ламп с холодным катодом в импульсной аппаратуре, Изд-во АН СССР, 1956.
9. Меерович Л. А., Зеличенко Л. Г., Импульсная техника, Советское радио, 1954.
10. Меницкий Д. Н, Методы измерения и регистрации в клинико-физиологических исследованиях. Физиологические методы в клинической практике, Медгиз, 1959, стр. 479.
11. Никольс М. Х., Раух Л. Л, Радиотелеметрия, Изд. иностр. лит., 1958
12. Парин В. В., Баевский Р. М., Кибернетика в медицине и физиологии, Медгиз, 1963.
13. Сапожков М. А., Защита трактов радио- и проводной телефонной связи от помех и шумов, Связьиздат, 1959.
14. Темников Ф. Е., Автоматические регистрирующие приборы, Машгиз, 1960.
15. Фаддеева В. К., Методика экспериментального исследования высшей нервной деятельности человека, Медгиз, 1960.
16. Шуватов Л. П., Микроаппаратура для регистрации по радио некоторых физиологических функций, Медгиз, 1959.

Мне всегда нравились старые, сильно потрёпанные книжки. Потрёпанность книги говорит о её высокой востребованности, а старость о вечно ценном содержании. Всё сказанное в большей степени касается именно технической литературы. Только техническая литература содержит в себе ту великую и полезную информацию, которая не подвластна ни политическим веяниям, ни моде, ни настроениям! Только техническая литература требует от своего автора по истине великих усилий и знаний. Порой требуется опыт целой жизни, чтобы написать небольшую и внешне невзрачную книгу.

К сожалению ни что не вечно в этом мире, книги треплются, разваливаются на отдельные листы, которые затем рвутся в клочья и уходят в никуда. Плюс ко всему орды варваров, которым без разницы, что бросить в костёр или чем вытереть свой зад. Именно их мы можем благодарить за сожженные и растоптанные библиотеки.

Если у Вас есть старая книга или журнал, то не дайте им умереть, отсканируйте их и пришлите мне. Совместными усилиями мы можем создать по истине уникальное и ценное собрание старых технических книг и журналов.

Сайт старой технической литературы:

http://retrolib.narod.ru